

ORTAÖĞRETİM

BIYOLOJİ

10. SINIF

DERS KİTABI

Fıgan ÖZSOY
Serpil KIRMIZI

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulunun 04.01.2023 tarih ve 02 sayılı kurul (ekli listenin 14'üncü sırasında) kararı ile 2023-2024 öğretim yılından itibaren 5 (beş) yıl süre ile Ders Kitabı olarak kabul edilmiştir.

Kurulca bu kitabı kabul edilmiş olması ders kitabından yayinevi ve yazarın sorumluluğunu kaldırır.



DÖRTEL Yayıncılık Eğitim San. ve Tic. Ltd. Şti.
Ostim OSB Mah. 1577. Cad. No.: 22 Yenimahalle/ANKARA
📞 (0 312) 385 54 10 📞 (0 312) 385 54 19

Dil Uzmanı

Fatma TAYMAZ

Editör

Esra ÇAKIRLAR ALTUNTAŞ

Görsel Tasarımcı

Soner GİRGİN

Program Geliştirme Uzmanı

Lütfi Uğur GÜMÜŞ

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Ömer GÜLÖZ

Rehberlik Uzmanı

Ebru ÖZDEMİR

ISBN

978-605-9602-12-9

Baskı



Ankara - 2024



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sözmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üzerinde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, cehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarılm dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbin âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Uluslararası korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdemi, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastiğın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yaziktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fişkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânâni, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şahadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üzerinde benim inlemeli.

O zaman veç ile bin secde eder -varsı- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşam,
Fişkirir ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerken arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

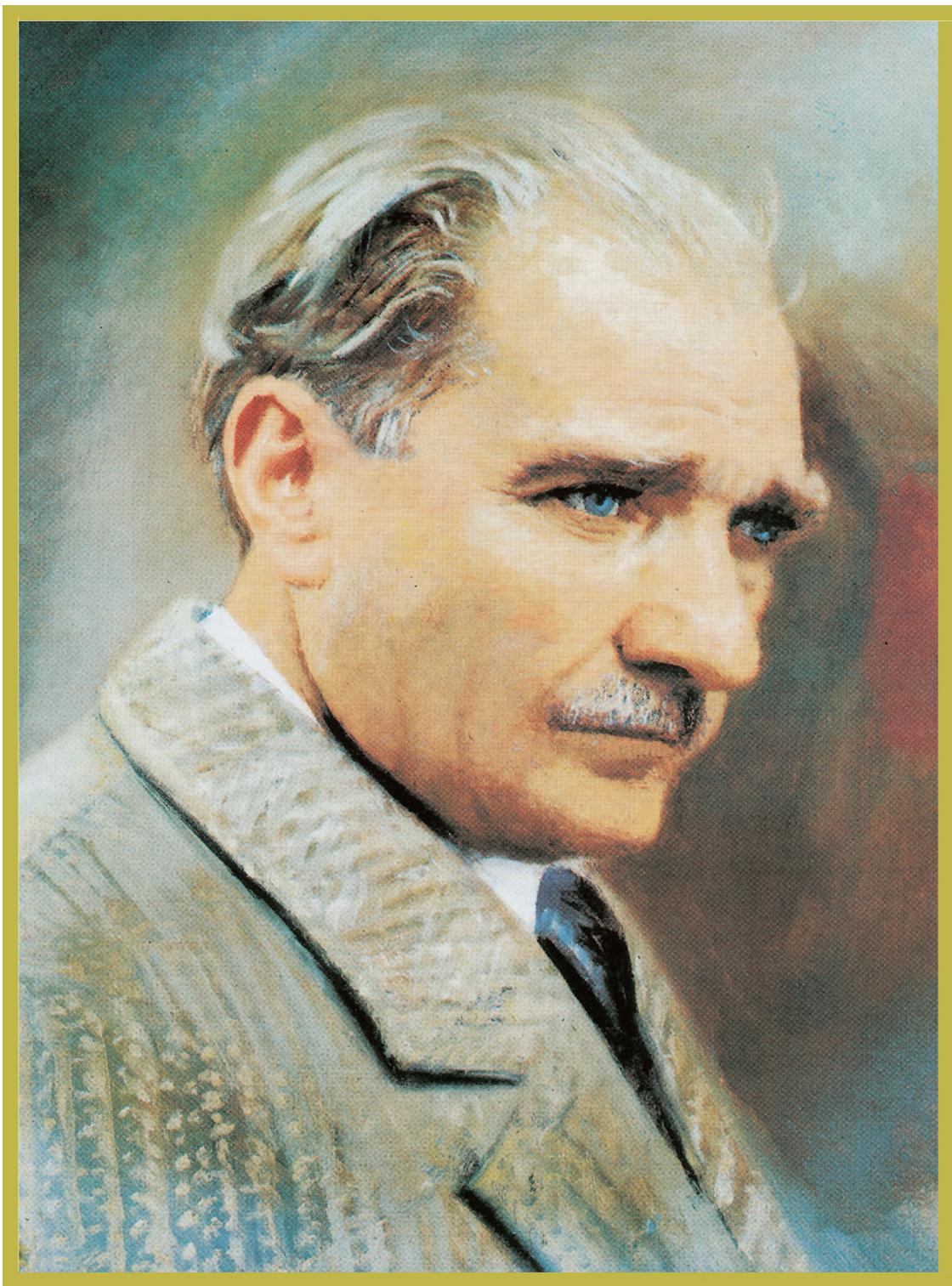
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazineşin. İstikbalde dahi, seni bu hazineşinden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraiitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hiyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdi! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

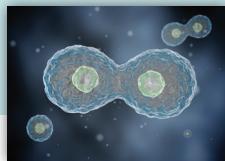
Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

| | |
|----------------------------|----|
| KİTABIMIZI TANIYALIM | 10 |
| GÜVENLİĞİNİZ İÇİN | 12 |



1. ÜNİTE HÜCRE BÖLÜNMELERİ

| | |
|---|-----------|
| 1. BÖLÜM: MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME..... | 14 |
| 1.1. HÜCRE BÖLÜNMELERİ | 16 |
| 1.1.1. HÜCRELER NEDEN BÖLÜNÜR? | 16 |
| 1.1.2. HÜCRE DÖNGÜSÜ | 18 |
| 1.1.2.1. İnterfaç | 19 |
| 1.1.2.2. Mitotik Faz..... | 20 |
| 1.1.3. HÜCRE BÖLÜNMESİİNİN KONTROLÜ VE KANSER | 27 |
| 1.1.4. EŞEYSİZ ÜREME..... | 30 |
| 1.1.4.1. Bölünerek Üreme..... | 30 |
| 1.1.4.2. Tomurcuklanma..... | 31 |
| 1.1.4.3. Rejenerasyonla Üreme | 32 |
| 1.1.4.4. Sporla Üreme..... | 33 |
| 1.1.4.5. Partenogenez..... | 33 |
| 1.1.4.6. Vejetatif Üreme | 35 |
| 2. BÖLÜM: MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME..... | 39 |
| 1.2.1. MAYOZ | 41 |
| 1.2.1.1 İnterfaç | 42 |
| 1.2.1.2. Mayoz I..... | 42 |
| 1.2.1.3. Mayoz II..... | 46 |
| 1.2.2. EŞEYLİ ÜREME | 50 |
| 1. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI..... | 54 |



2. ÜNİTE

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

| | |
|--|-----------|
| 1. BÖLÜM: KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK | 64 |
| 2.1. MENDEL İLKELERİ | 66 |
| 2.1.1. MONOHİBRİT ÇAPRAZLAMA..... | 69 |
| 2.1.2. DİHİBRİT ÇAPRAZLAMA | 71 |
| 2.1.3. KONTROL ÇAPRAZLAMASI..... | 75 |
| 2.1.4. EŞ BASKINLIK | 76 |
| 2.1.5. ÇOK ALELLİLİK..... | 77 |
| 2.1.6. EŞEYE BAĞLI KALITIM | 79 |
| 2.1.6.1. Kısmi Renk Körlüğü | 81 |
| 2.1.6.2. Hemofili | 82 |
| 2.1.7. SOYAĞACI ANALİZİ | 83 |
| 2.1.8. AKRABA EVLİLİĞİ VE KALITSAL HASTALIKLAR | 87 |
| 2.1.9. GENETİK VARYASYONLAR | 88 |
| 2. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI..... | 90 |



3. ÜNİTE

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

| | |
|--|------------|
| 1. BÖLÜM: EKOSİSTEM EKOLOJİSİ..... | 100 |
| 3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ | 102 |
| 3.1.1. EKOSİSTEMİN CANSIZ VE CANLI BİLEŞENLERİ | 103 |
| 3.1.1.1. Ekosistemin Cansız Bileşenleri (Abiyotik Faktörler) | 103 |
| 3.1.1.2. Ekosistemin Canlı Bileşenleri (Biyotik Faktörler) | 108 |
| 3.1.2. CANLILARDAKİ BESLENME ŞEKİLLERİ | 111 |
| 3.1.2.1. Ototrof Beslenme..... | 111 |
| 3.1.2.2. Heterotrof Beslenme..... | 112 |
| 3.1.2.3. Hem Ototrof Hem Heterotrof Beslenme | 113 |

| | |
|---|------------|
| 3.1.3. EKOSİSTEMDEKİ ENERJİ AKIŞI VE MADDE DÖNGÜLERİ | 114 |
| 3.1.3.1 Besin Zinciri ve Besin Ağı..... | 114 |
| 3.1.3.2. Ekosistemdeki Enerji Akışı | 116 |
| 3.1.4. EKOSİSTEMDE MADDE DÖNGÜLERİ..... | 118 |
| 3.1.4.1. Azot Döngüsü | 118 |
| 3.1.4.2. Karbon Döngüsü | 119 |
| 3.1.4.3. Su Döngüsü..... | 120 |
| 2. BÖLÜM: GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN | 122 |
| 3.2. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI..... | 124 |
| 3.2.1. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİN AZALMASI..... | 125 |
| 3.2.2. HAVA KİRLİLİĞİ | 126 |
| 3.2.3. SU KİRLİLİĞİ..... | 127 |
| 3.2.4. TOPRAK KİRLİLİĞİ..... | 129 |
| 3.2.5. RADYOAKTİF KİRLİLİK | 130 |
| 3.2.6. SES KİRLİLİĞİ..... | 132 |
| 3.2.7. ASİT YAĞMURLARI | 132 |
| 3.2.8. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ..... | 134 |
| 3.2.9. EROZYON..... | 137 |
| 3.2.10. DOĞAL HAYAT ALANLARININ TAHİRİ..... | 140 |
| 3.2.11. ORMAN YANGINLARI..... | 141 |
| 3.2.12. İNSANIN ÇEVRE SORUNLARININ ORTAYA ÇIKMASINDAKİ ROLÜ..... | 144 |
| 3.2.12.1. Ekolojik Ayak İzi | 144 |
| 3.2.12.2. Karbon Ayak İzi | 145 |
| 3.2.12.3. Su Ayak İzi..... | 145 |
| 3.2.13. ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİ..... | 148 |

| | |
|---|------------|
| 3.2.14. ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİNDE BİYOLOJİ İLE İLGİLİ DİĞER DISİPLİNLER..... | 150 |
| 3. BÖLÜM: DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK | 156 |
| 3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK | 158 |
| 3.3.1. DOĞAL KAYNAKLAR..... | 158 |
| 3.3.1.1. Tükenmeyen Doğal Kaynaklar..... | 158 |
| 3.3.1.2. Tükenebilin Kaynaklar..... | 160 |
| 3.3.2. DOĞAL KAYNAKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ | 161 |
| 3.3.3. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK VE ÖNEMİ | 164 |
| 3.3.4. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI..... | 169 |
| 3. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI..... | 175 |
| CEVAP ANAHTARLARI | 184 |
| PROJE HAZIRLAYALIM..... | 193 |
| PROJE DEĞERLENDİRME FORMU..... | 194 |
| SÖZLÜK | 195 |
| KAYNAKÇA | 203 |
| GENEL AĞ KAYNAKÇASI | 205 |
| GÖRSEL KAYNAKÇA | 205 |
| CEVAP ANAHTARI | 205 |

KİTABIMIZI TANIYALIM



Ünite numarasını

gösterir.

Ünite adını gösterir.

Ünitede neler

öğrenileceğini

gösterir.

• Elektronik içeriklere ulaşmak için kullanacağınız karekodu gösterir.

• Ünitede yer alan konuların neden önemli olduğunu ve amacını gösterir.

Bölüm numarasını
gösterir.

Bölüm adını gösterir.

1. BÖLÜM

MITOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

Anahtar Kavramlar

| | |
|-----------------|----------|
| Hücre bölünmesi | Interfaç |
| Eşeysz üreme | Kanser |

Mitoz

Hücreler Bölünürken Kendi Saatlerini Kullanıyor

(...) Organizmalar, hücrelerinin boyutları kontrol edebiliyor. Hücre büyümisinin ne zaman gerçekleşeceğini belirlemek için böyle davranışlar zorundalar. Hücre büyümesi ve büyümeyen yönlerini araştırmalar devam ediyor. Hücreler ve organizmalar kendi içlerinde saatle giờ günün vaktlerine tepki veriyor. Bu sayede hücre yenilenmesi ve hormonların salgılanması gerçekleşiyor, belli yerde fotosentez ve çökelleme gibi olaylar üzerinde kontrol sahipleri: (...)

Araştırmacılar tarafından yapılan hücre boyutu kontrol mekanizmalarının öne çıkanlarından biri hücre boyutu prensibidir, bir diğer ise zaman prensibidir gibi tannanlıyor. İkinci, hücre büyümeyenin hücreni ilk boyutuna bakalıksız kritik bir boyuta ulaştığında gerçekleştiği öne sürülmüşdür deinde ise hücrenin belirli bir zaman aralığında büyütürken bu surenin sonunda bulunduğu kabul ediliyor. En son yapılan tek hücre seviyesinde hızlandırılmış analizler gösteriyor ki çoğu mikroorganizmalar arıtmal olarak adlandıranın aynı modeli izliyor. Yani yeni oluşan hücreler tekrar büyümenden önce belirli bir boyuta ulaşıyor. Bu prensip populasyon düzeyinde hücre boyutu dengesinin sağlanmasına yardımcı (...)

Bilim ve Teknik, (2019, Ocak), Sayı 614, s. 54-59.
(Kosalı/İmptir.)

Hücre nedir?
Hücre boyutu nasıl kontrol edilir?
Hücreler neden bölünür?

Bölüm başlığı altında
öğretilmesi hedeflenen
kavram ve terimleri gösterir.

Konu başlığına ve bölüm içeriğine
ilgi çekmeyi sağlayan metne
yönelik soruları gösterir.

• Konu başlığına
ve içeriğine
ilgi çekmeyi
sağlayan
metni
gösterir.

Bilgi Kutusu

Cizgili kasalarımız yani iskelet ve kalp kasları yenilenemeyen dokular arasında yer alır. Bu dokularda hasar meydana gel diliginde hücre bölünmesi olmayacağı için orijinal doku yerine ancak yama (bağ doku) ile onarım yapılır. Yani cizgili kas hücreleri coğalarak hasarlı bölgeleri onaramaz.

- Konuya destekleyen, ilgi çekici ek bilgileri gösterir.

Araştırınız-Tartışınız

İnsan vücudunda bulunan bazı hücreler bölünme yeteneğini kaybetmişlerdir. Bunun nedenlerini araştırınız. Araştırma sonucunuza arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

- Öğrencilerin düşünme yeteneklerinin geliştirilmesine yönelik araştırma ve tartışma konularını gösterir.

Öğretmene Öneri

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sosyal boyutunun daha iyi anlaşılabilmesi için okul ve çevre imkânları dâhilinde doğa gezisi düzenleyebilirsiniz.

- Konuya desteklemek amacıyla öğretmenin kolaylıkla uygulayabileceği öneriyi gösterir.

Konuya destekleyen günlük hayat örneklerini gösterir.

Bunları Biliyor musunuz?



Metal Ambalaj Atıkları

Sadece 1 metal içecek kutusunun geri dönüşümünden elde edilen enerji ile 100 Wattlık bir ampul 20 saat çalıştırılır.



Cam Ambalaj Atıkları

Geri dönürtülen 1 ton cam atık ile 100 litre petrol tasarruf sağlanır.



Kağıt/Karton Ambalaj Atıkları

Geri dönürtülen 1 ton kağıt/karton atık ile 17 ağacın hayatı kurturulur.



Plastik Ambalaj Atıkları

Plastik ambalaj ve atıklarının geri dönüşümünden elyaf içeren tekstil ürünler, atık su boruları ve marfey gibi malzemeler üretilir.



Kompozit Ambalaj Atıkları

Kompozit ambalaj atıklarının geri dönüşümünden karton kolları, yahut malzemeleri ve mobilya gibi ürünler üretir.

Düşünelim

Bir hafta sonu ailenizle yemeşil bir ormanın içinde, temiz bir dere kenarında yürüyüş yaptığınızda neler hissedersiniz?

- Öğrencinin konu ile hayal gücünü geliştirmesine yönelik konuları gösterir.

Konuya desteklemek amacıyla çeşitli kaynaklardan alınmış okuma parçalarını gösterir.

- Öğrenilen konu ile ilgili yapılacak etkinlikleri gösterir.

OKUMA PARÇASI

Sağlıklı Bilgiler: Kanser Nedir? Kanser İlgili Yanlış Bilineler (Şeker, Kanser Besler mi?)

(...) Internet ve sosyal medya gibi iletişim araçları ve arka bölge ulaşım hayatı kolaylaştı. Ancak bu şekilde elde edilen bilgilerin doğruluğu sorgulanmalıdır (çünkü kanser konusundan da böyle bir yanlışlık orta). Herçer bilimsel danışan “bilgi” nedendele hastalıkları tedavi etmek, pazarlık durumunu oluşturmak içinde eklemlerini ve hatta hasta hastalarını da bu yanlış bilgi yüzünden tedavi etmelerini, doğrulayıcı yaşamaları kaybediyor.

Kanser, vücudumuzun her organına yoksun olaklıktır. Halk arasında kötü huylu veya dişti veya bilinen hastalıklar. Malin tümü veya neoplazia (yani癌) konusunda da böyle bir yanlışlık orta. Kanserin en önemli özelliği kendi hücrelerini normal hücrelerden farklılaşdırarak kontrolsüz bölüme devam etmesidir. Bu ve sınırlı tıbbi yanıklıkların yanı sıra hastalıklar. Kanserin uzak organlara yayılması metastaz denir. Kanserden ölümleri en sık sebebi metastazlardır. Sonuçta kanser, vücudumuzun kendi hücrelerinin çeşitli nedellerle baskınlama sonucu meydana gelmiş olan hastalık. Kanser vücudumuzdaki her hücreye gelistir. Kanserin bilinen bir çok basit öznelerle önebilir. Birbirin en başında tübü tübülarının (sigara, pur, nargile) kullanımının gelir. Ayrıca günümüzde modern teknolojide sağladığımız cerrahi, radyoterapi ve sistemik ilaç tedavisi gibi olumsuz sayısında bir çok kanser türü tedavi edilebilir. Oysa şeker yememin kanserin büyümüşmesi hızlarında ve yaşamaması tabiidır. İle ilgili kesin bir bilimci kant yok. Vücutumuzdaki her hücre, sadecde kanser hücreleri değil sağlığı hücreler de hayatı tıbbi yanıklıkların sürdürürken, işte gerken enerji glikozdan (bir tür şeker molekülü) elde eder. Dolayısıyla şeker yemek kanserin büyümeye izin vermez, şeker yememi tamamen kanserin büyümüşmesi durdurur. Ancak bu, diyelimde şeker içigimiz yüksek olması iyidir istenmeli. Tam tersine şeker gidilmesi apten tüketmemesi fazla kalorilere ve sonucunda kilo artmasına, obeziteye ve diyetbet olmasına yol açabilir. Obezite de kanserin en önemli nedellerinden biri olduğunu söyleyerek kansere giden tüketimi doğayla yoldan kansere neden olabilir. Bu nedenle şeker tüketimini konusunda da “Her şeyin fazla zarar, azı karar.” ifadesini hatırlamalı fayda var.

NORMAL HÜCRE COĞALMASI

Sağlıklı hücre → KANSER HÜCRESI VE COĞALMASI

Sağlıklı hücre → Karakteristiği ve anomalileri olan hücre (kanser hücresi) → Kontrolsüz hücre büyümesi → Kontrolsüz hücre coğalması

Bilim ve Teknik, (2017, Ocak), Sayı 590, s. 80.
(Koşulları)

- Öğrenilen konu ile ilgili yapılacak deneyleri gösterir.

ETKİNLİK 1.1

Mitoz

- Mitoz ile ilgili araştırma yapınız.
- Mitoz ile ilgili yaptığınız araştırma sonucunda elde ettığınız bilgilere elektronik bir sunu hazırlayınız.
- Hazırladığınız sunuyu sınıf arkadaşlarınız ve öğretmeninizle paylaşınız.

Laboratuvar güvenliği uyarlarını gösterir.

DENEY 1.1

Soğan Kök Hücrelerinde Hücre Bölünmesinin Tespit

Denevin Amacı: Hücre bölünmesinin evrelere ayrı edilebilme

Araç Gereklilik: Köklenmiş kuru soğan, asetokarmin veya aseto-orsein boya, jilet veya makas, pens, tıpa masası, ispirto ocağı, biber veya su bardağı, mikroskop, petri kabı, lamine film.

Ön Hazırlık: Etkinliği yapmadan 4-5 gün önce bir kuru soğanı saçıkları su içinde kalacak şekilde, su dolu biberin veya bardağı içerisinde bekleter. Köklenme gerçekleşmeden önce bekleme süresini uzatarak köklenme oluşuna kadar bekleterinizi.

Denevin Yapılışı:

- Köklenmiş soğanın köklerinden birkaç tanesinin uclarını (yaklaşık 5 mm), jilet veya makasla keserek bir petri kabine koynuyuz.
- Petri kabina soğanın köklerinin üstlerini örtেk kadar asetokarmin veya aseto-orsein boya dökünuzzuz.
- Kabi bir tıpa masası ile tutup ocağa hafifçe ıstırız.
- İstirilen kükugardan birinci lam yerleştirip kök ucundan jilet veya makasla kesiniz.
- Lam üzerinde kalan parçaya bir damla taze asetokarmin veya aseto-orsein boya damlatınız ve parçayı jilette veya makasla küçük parçalara ayıriz.

Sağlıklı hücrelerin makroskopik görünümü (örnekte x10 oranda büyütülmüş)

GÜVENLİĞİNİZ İÇİN

UYARI İŞARETLERİ



Elektrik tehlikesi

Şehir elektriği ile çalışan araç ve gereçin fişini prize takmadan önce düğmesinin kapalı konumda ve ellerin kuru olmasına dikkat edilmelidir.



Parlayıcı madde veya yüksek ısı

Doğrudan ateşle veya yüksek sıcaklıktaki cisimlerle çalışıldığında dikkatli olunmalıdır. Isıtıcı, kimseye zarar gelmeyecek şekilde konumlandırılıp kullanılmalı ve ısıtılan deney tüpü maşa ile tutulmalıdır.



Kırılabilir cam malzeme

Kullanılan malzemelerin içinde camdan yapılmış veya kırılabilecek malzemelerin olduğu bilinmeli ve bu konuda dikkatli olunmalıdır.



Kesici alet

Kesme ve delme tehlikesi olan kesici ve delici araçlar kullanılırken dikkatli olunmalıdır.



Aşındırıcı madde

Vücutta aşınma ve alerji yapabilecek maddeler ile çalışıldığında dikkatli olunmalı ve koruyucu eldiven kullanılmalı, koruyucu elbise giyilmeli ve koruyucu gözlük takılmalıdır.



Gözlük kullan

Kullanılan madde ya da malzemelerin gözler için tehlike riski taşıdığını bilincinde olup koruyucu gözlük takılmalıdır.



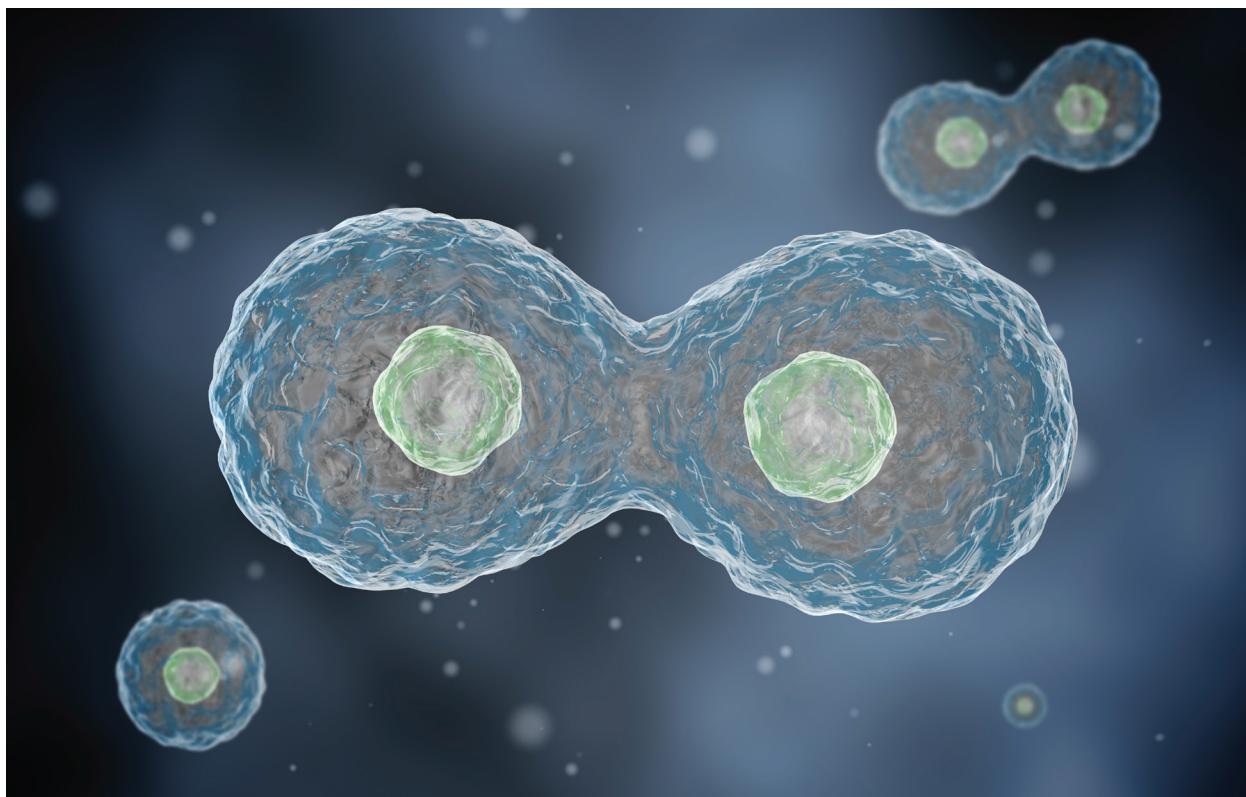
Koruyucu elbise giy

Elbiseyi lekeleyecek maddeler ile çalışıldığında korunmak amacıyla koruyucu elbise giyilmelidir.



Eldiven giy

Cilde zararlı bazı kimyasal maddelerle çalışıldığında ciltte oluşabilecek tahrisi engellemek amacıyla eldiven kullanılmalıdır.



1. ÜNİTE



İŞLENİŞ



ÖZET

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Bu ünitede:

- Canlılarda hücre bölünmesinin gerekliliğini,
- Hücre bölünmesinin çok hücreli canlılarda üreme, büyümeye ve gelişmeye ile ilişkisini,
- Bölünmenin hücresel gerekçelerini,
- Mitozun evrelerini,
- Hücre bölünmesinin kontrolü ve bunun canlılar için önemini,
- Hücre bölünmesinin kanserle ilişkisini,
- Eşeysiz üreme çeşitlerini,
- Eşeysiz üreme tekniklerinin tarımsal üretimdeki önemini,
- Mayozun önemini ve evrelerini,
- Eşeyli üreme çeşitlerini,
- Eşeyli üremenin temelinin mayoz ve döllenme olduğunu öğreneceksiniz.

Tek hücreli ve çok hücreli canlılarda mitoz ve mayoz hücre bölünmelerinin önemini sorgulayarak eşeysz üreme, büyümeye ve gelişmenin temel esaslarını, eşeyli üreme konularını öğrenip günlük hayat ile ilişkilendirebilmelisiniz. Bu sayede çevrenizde gerçekleşen birçok olayı yorumlamanız daha kolay hâle gelecektir.

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar da gösteriyor ki kanserli bir hücrenin nasıl oluşabileceğini bilmek, oluşan kanserli hücrelerin vücuda nasıl bir zarar verdiği konusunda bilinçlenmek ve bu tip hastalıklar konusunda nasıl davranış gereği ile ilgili bizlere ışık tutacaktır.

Geliştirilen birçok biyoteknolojik yöntemle üretilen bitkiler günümüzde hepimizin soframalarına kadar gelmektedir. Üretilen bu bitkilerin sağılıklı olup olmadığı ise hâlen süregelen bir tartışma konusudur. Çoğu bilim insanı, tüm bu konular hakkında yorum yapabilmenin ve çözümler üretibilmenin ancak hücre bölünme mekanizmalarının tam olarak anlaşılmasıyla mümkün olabileceği konusunda fikir birliği içerisindeindir.

1. BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME



Anahtar Kavramlar

Hücre bölünmesi

Eşeysiz üreme

İnterfaz

Kanser

Mitoz

Hücreler Bölünürken Kendi Saatlerini Kullanıyor

(...) Organizmalar, hücrelerinin boyutlarını kontrol edebiliyor. Hücre bölünmesinin ne zaman gerçekleşeceğini belirlemek için böyle davranmak zorundalar. Hücre büyümesi ve bölünmesinin bilinmeyen yönleri için araştırmalar devam ediyor. Hücreler ve organizmalar kendi içlerindeki saatle göre günün vakitlerine tepki veriyor. Bu sayede hücre yenilenmesi ve hormonların salgılanması gerçekleşiyor, bitkilerde fotosentez ve çiçeklenme gibi olaylar üzerinde kontrol sağlanıyor. (...)

Araştırmacılar tarafından önerilen çeşitli hücre boyutu kontrol mekanizmalarının öne çıkanlarından biri hücre boyutu prensibine, bir diğeri ise zaman prensibine göre tanımlanıyor. İlkinde, hücre bölünmesinin hücrenin ilk boyutuna bakılmaksızın kritik bir boyuta ulaştığında gerçekleştiği öne sürülmüşken diğerinde ise hücrenin belirli bir zaman aralığında büyütürek bu sürenin sonunda bölündüğü kabul ediliyor. En son yapılan tek hücre seviyesinde hızlandırılmış analizler gösteriyor ki çoğu mikroorganizma artımlı olarak adlandırılan aynı modeli izliyor. Yani yeni oluşan hücreler tekrar bölünmeden önce belirli bir boyuta ulaşıyor. Bu prensip popülasyon düzeyinde hücre boyutu dengesinin sağlanmasına yarıyor. (...)

Bilim ve Teknik, (2019, Ocak), Sayı 614, s. 54-59.

(Kısaltılmıştır.)

- Hücre nedir?
- Hücre boyutu nasıl kontrol edilir?
- Hücreler neden bölünür?



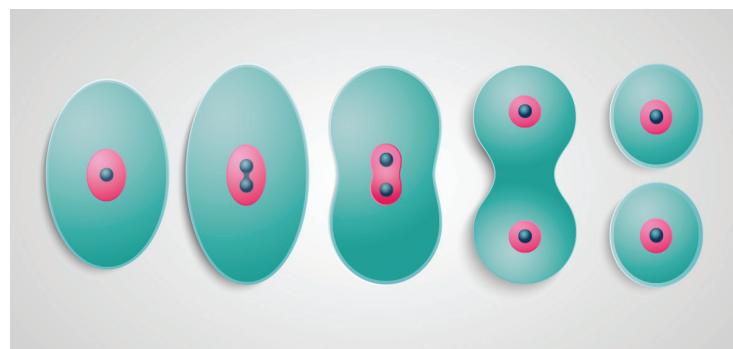
1.1. HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Canlıların bir veya birden fazla hücreden oluşan bilinen bir gerçekdir. Bakteri, amip, öglena, paramesyum ve bira mayası gibi canlılar tek bir hücreden oluşurken mantarların büyük çoğunluğu, bitkiler ve hayvanlar ise çok sayıda hücreden meydana gelmiştir. İster tek hücreli olsun ister çok hücreli bütün canlılar nesillerini devam ettirebilmek için kendi genetik özelliklerini yavrularına aktarmak zorundadır. Bunu gerçekleştirilebilmesi de ancak hücre bölünmesi ile mümkündür.

Hücre bölünmesi; üreme, doku yenilenmesi, büyümeye ve gelişme amacıyla gerçekleştirilen bir olaydır. Tek hücreli canlılar hücre bölünmesi gerçekleştirdiklerinde, birey sayısında artış olduğundan bu durum üreme olarak kabul edilir. Çok hücreli organizmalarda durum daha farklıdır. Organizmayı oluşturan hücreler; ömrünü tamamlayan hücrelerin yerine yenisini oluşturmak, doku veya organlarda meydana gelen hasarları gidermek, hücre sayısını artırarak organizmanın büyümeyi sağlamak veya üreme hücrelerini oluşturmak gibi çeşitli nedenlerle bölünme geçirebilir (**Görsel 1.1**).

Bilgi Kutusu

Çizgili kaslarımız yani iskelet ve kalp kasları yenilenemeyen dokular arasında yer alır. Bu dokularda hasar meydana geldiğinde hücre bölünmesi olmayacağı için orijinal doku yerine ancak yama (bağ doku) ile onarım yapılabilir. Yani çizgili kas hücreleri çoğalarak hasarlı bölgeyi onaramaz.



Görsel 1.1: Hayvan hücrelerinde hücre bölünmesinin şematik gösterimi

1.1.1. HÜCRELER NEDEN BÖLÜNÜR?

Her hücre kendisini oluşturan hücrenin bölünmesiyle oluşur. Bölünme sonucu oluşan hücre büyür ve belli bir büyüklüğe ulaşınca da bölünerek yeni hücreler oluşturur. Böylece döngüsünü tamamlar.

Hücre bölünmesinin nedenlerine ilişkin bilimsel çalışmaların çoğu hayvan hücreleri ile yapılmıştır. Hayvan hücreleri genellikle yuvarlak yapıldır. Bu nedenle küre biçiminde olduğu varsayılar matematiksel hesaplar buna göre yapılmıştır. Hücrenin boyutları hesaplanırken hücre yarıçapı (r) dikkate alınır. Bir hücre büyümeye başladığında alanı (yüzeyi), yarıçapın karesi (r^2) ile orantılı olarak büyürken hücrenin iç hacmi, yarıçapın küpü (r^3) ile orantılı olarak büyür. Bu şekilde büyümeye devam eden bir hücrede belli bir oranda olması gereken yüzey/hacim oranı, hücre büyükçe küçülmeye başlar. Bir süre sonra hücre zarından gerçekleştirilen madde alışverişini hücrenin yaşamına devam edebilmesi için yetersiz kalır. Bu durumda hücrenin canlılığını devam ettirebilmek için bölünür.

Büyüyen hücrelerde tek problem hücre zarının madde alışverişi için yetersiz kalması değildir. Hücre çekirdeğinin etki alanı sınırlı olduğundan büyümeye devam ettikçe sitoplazma/çekirdek oranı artmaya başlar ve hücre ölümünün gerçekleşmemesi için hücre bölünmek zorunda kalır.

Bilgi Kutusu

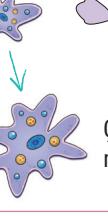
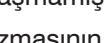
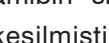
Bazı hücreler yüzey/hacim oranı değişimleri doğrultusunda bölünmez. Örneğin insanda döllenme sonucu oluşan zigot, yeni bir organizma oluşturmak üzere büyümeyi beklemeden sürekli ve hızlı bir şekilde bölünür.

Yapılan bilimsel çalışmalarında hücre bölünmesinde hormanlarında etkili olduğu görülmüştür. Örneğin insanlarda büyümeye hormonunun bölünmede rolü vardır.

Hücre bölünmesi için gerekli sinyalleri almış olan hücre, bölünmenin gerçekleşebilmesi için hazırlıklara başlar. Bu aşamadan sonra hücre bölünmesi durdurulamaz. Ancak çeşitli canlı hücreler ile yapılan çalışmalar, hücre büyümeyinin kontrol altında tutulduğu durumlarda o hücrenin bölünmeye ihtiyaç duymadığını göstermiştir. Tek hücreli olan amiple yapılan deneyler **Görsel 1.2'de** anlatılmıştır.

D Araştırınız-Tartışınız

İnsan vücudunda bulunan bazı hücreler bölünme yeteneklerini kaybetmişlerdir. Bunun nedenlerini araştırınız. Araştırmada sonucunuza arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

| KONTROL GRUBU | DENEY 1 | DENEY 2 |
|--|---|--|
|  <p>Bölünme büyülüğine ulaşmış bir amip. Bölünür.</p>  |  <p>Bölünme büyülüğine ulaşmamış bir amip.</p>  <p>Sitoplazmasının bir kısmı kesilir.</p>  <p>Çekirdeksiz sitoplazma kısmı ölürl.</p>  <p>Çekirdekli kısmı sitoplazmayı onarır ve büyür.</p> |  <p>Bölünme büyülüğine ulaşmış bir amip.</p>  <p>Sitoplazmasının bir kısmı kesilir.</p>  <p>Çekirdeksiz sitoplazma kısmı ölürl.</p>  <p>Çekirdekli sitoplazma bölünür ve iki amip olusur.</p> |
| <p>Kontrol grubundaki amip, bir süre sonra doğal olarak bölünmüştür.</p> | <p>Henüz bölünme büyülüğine ulaşmamış olan bir amibin sitoplazmasının bir kısmı kesilmiştir. Kesilen sitoplazma parçasının çekirdek içermediği için öldüğü, çekirdekli olan kısmın ise büyümeye devam ettiği gözlenmiştir.</p> | <p>Bölünme büyülüğine ulaşmış bir amibin sitoplazmasının bir kısmı kesilmiştir. Kesilen çekirdeksiz sitoplazma parçası ölmüştür. Çekirdekli olan kısmın ise bölünüp iki yavru hücre oluşturduğu gözlenmiştir. Çünkü çekirdek, bölünme büyülüğine ulaşmış olan hücreye bölünme emrinin verdikten sonra hacim/yüzey oranının azaltılmasıyla bölünme engellenmez.</p> |

Görsel 1.2: Çekirdek bölünme emrini verdikten sonra bölünmenin engellenmediğini gösteren kontrollü deneyler

Tüm bu çalışmaların sonucu olarak hücre bölünmesinin hücresel düzeyde temel iki nedeni olduğu söylenebilir:

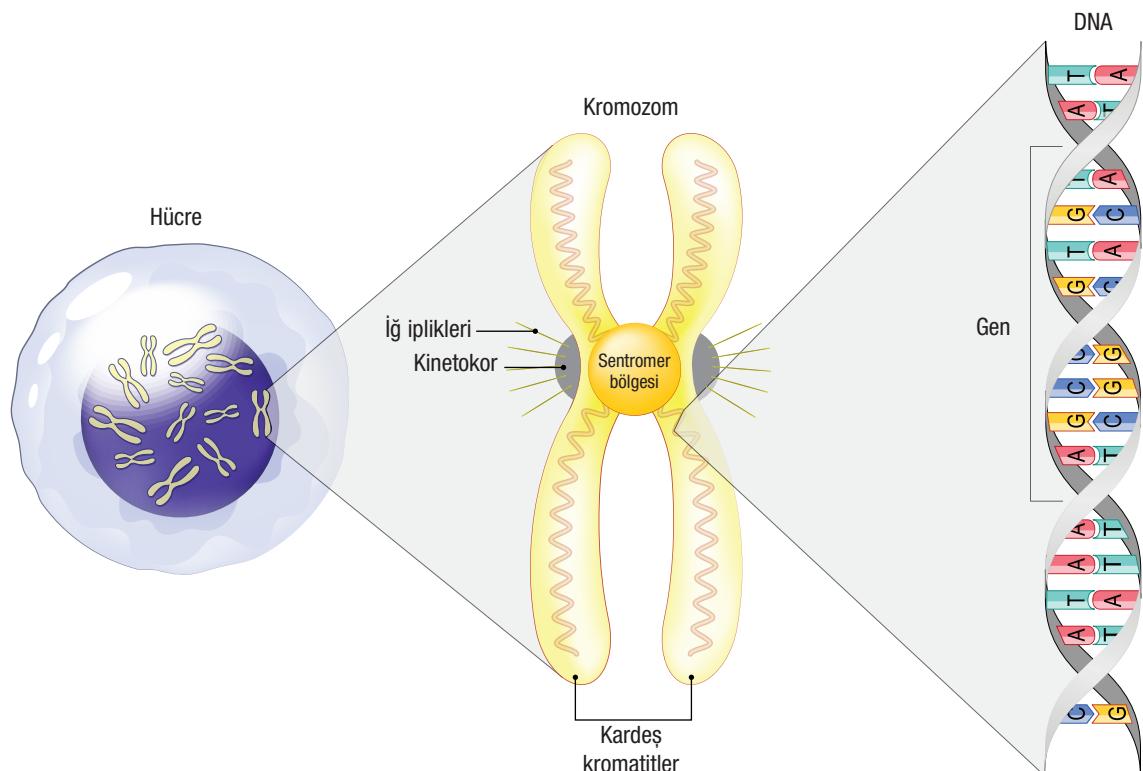
- Hücrenin yüzey/hacim oranının bozulması ile hücre zarının madde alışverişi konusunda yetersiz kalması,
- Hücrenin sitoplazma/çekirdek oranının bozulması ile çekirdek etki alanının sınırlılığı nedeniyle hücre yönetim merkezi olan çekirdeğin tüm hücreye yetememesi.

1.1.2. HÜCRE DÖNGÜSÜ

Bir hücrenin bölünme geçirmektedeki temel amacı, genetik materyalini yavrulara aktararak kalıtsal sürekliliği sağlamaktır. Bu nedenle hücre bölünmelerini tam olarak kavrayabilmek için hücrede bulunan kalıtsal materyal ile ilgili genom, kromatin, kromozom, kardeş kromatit gibi temel kavramların doğru ifade edilmesi gerekmektedir.

Bir canlı hücrede bulunan genetik bilgiyi içeren DNA molekülünün tamamına **genom** adı verilir.

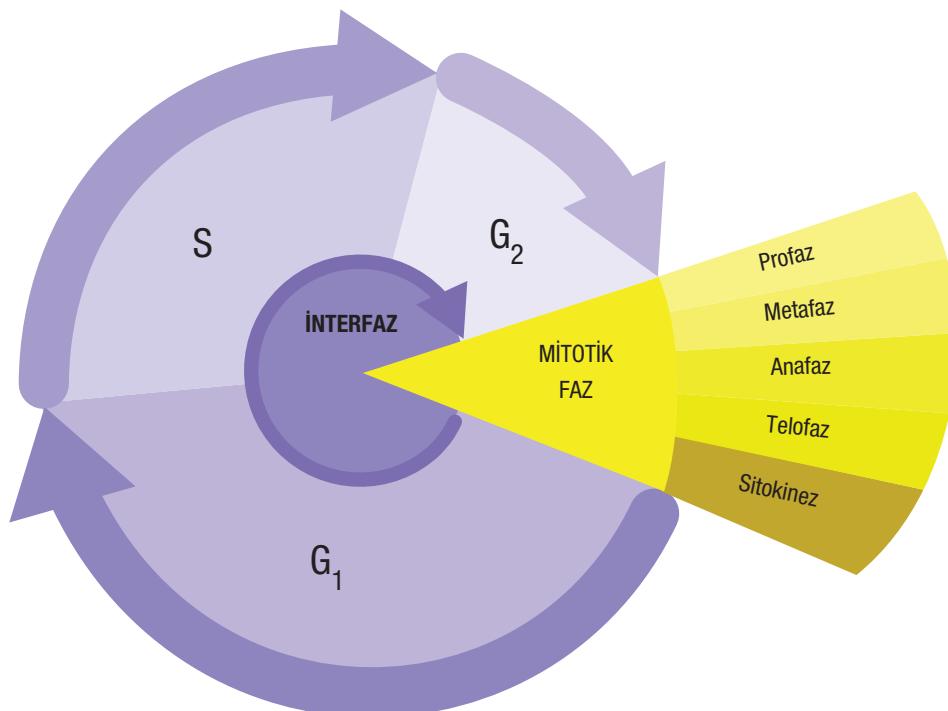
Hücrenin bölünmediği zamanlarda DNA molekülleri ve onları saran histon proteinlerinin oluşturduğu yapıya **kromatin iplik** denir. Kromatin iplikler mikroskop altında bakıldığından karışık bir ip yumağı hâlinde görülür ve tek tek ayırt edilmeleri mümkün değildir. Hücre bölünmeye hazırlanırken DNA kendini eşler ve böylece kromatin iplik eşlenmiş olur. Kromatin iplik, hücre bölünmesi sırasında kısalır, kalınlaşır ve mikroskopta ayırt edilir hâle gelir. DNA molekülünün bu hâline **kromozom** denir. Bir kromozom yüzlerce veya binlerce gen içerir; **gen**, DNA molekülünde belirli bir protein molekülü sentezinden sorumlu olan özgü nükleotid dizisidir. **Görsel 1.3**'de hücre, kromozom, DNA ve gen organizasyonunu verilmiştir.



Görsel 1.3: Hücre, kromozom, DNA, gen

Kromozomları oluşturan DNA'nın kendini eşleyerek oluşturduğu kopyalardan her birine **kardeş kromatit** denir. Bir kromozomda bulunan iki kardeş kromatit birbirlerine DNA molekülü boyunca bağlı olarak bulunur. Kardeş kromatitlerin birbirlerine bağlı olduğu bu bölgeye **sentromer** adı verilir. Kromozomlar üzerindeki sentromerin konumu, kromozomun karakteristik şeklini vermektedir ve genlerin yerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Sentromerde her bir kromatit için **kinetokor** denilen protein bir yapı bulunur. Bölünme sırasında iğ iplikleri (özel mikrotübüler) kinetokor bölgelerinden kromozomlara bağlanır.

Bölünme yeteneğine sahip olan vücut hücreleri, organizmanın yaşamı boyunca büyümeye ve bölünme aşamalarını tekrarlar. **Hücre döngüsü** bir hücrenin bölünen atasal hücreden ilk olduğu andan başlayarak, iki yavru hücre oluşturmak üzere kendi bölünmesine kadar geçen süredir. Temel olarak bir hücrenin yaşam döngüsünde büyümeyen ve bölünmeye hazırlık işlemlerinin gerçekleştiği **interfaz evresi** ve bölünmenin gerçekleştiği **mitotik faz evresi** olmak üzere iki evre vardır (**Görsel 1.4**).



ETKİNLİK



ETKİNLİK

Görsel 1.4: Hücre döngüsünün şematik gösterimi

Araştırınız-Tartışınız

Hücre bölünmesi sırasında kromatin iplik neden yoğunlaşarak kromozom hâlini alır? Araştırınız.

1.1.2.1. İnterfaz

- Bir hücrenin bölünmesi sonucu oluşan yavru hücrelerin yeni bir bölünme başlangıcına kadar geçirdiği sürece **interfaz** denir. Bir hücre, döngüsünün yaklaşık %90'ını bu evrede geçirir. İnterfaz G_1 , S ve G_2 olmak üzere üç aşamada gerçekleşir.

G_1 evresi: Hücrenin en hızlı büyüğü ve en uzun evredir. RNA sentezi hızlıdır. Hücre, bölünebilecek büyülüge ulaşmak için protein sentezini, sitoplazma miktarını ve organel sayısını artırır.

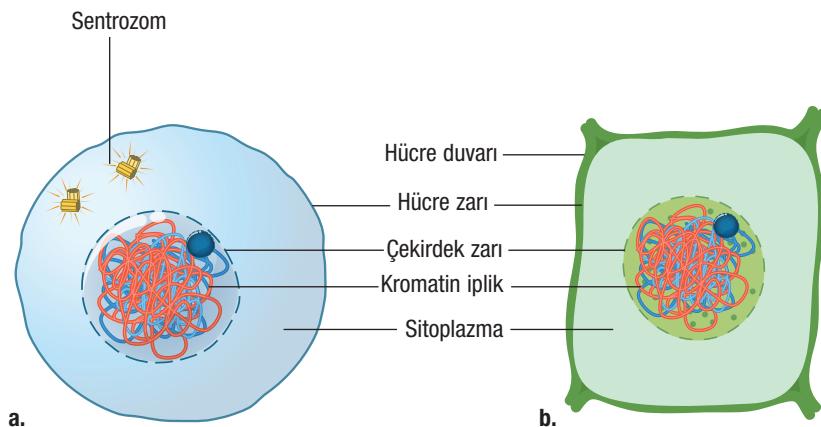
G_1 evresi uzunluğu bazı hücrelerde değişiklik gösterir. Örneğin bazı embriyonik hücrelerde bu evre hiç görülmez. Bazı hücreler ise G_1 evresinden çıkararak G_0 adı verilen durgunluk evresine girer.

S evresi: RNA sentezi G_1 deki gibi devam eder, protein sentezi ise en yüksek seviyededir. DNA'nın kendini eşlemesi (replikasyon) ile DNA miktarı iki katına çıkar.

G_2 evresi: Mitoz için gerekli enzimlerin sentezlendiği ve mitoz hazırlıklarının bittiği evredir.

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

- DNA molekülü hâlen kromatin şeklindedir. Bu nedenle mikroskop altında tek tek ayırt edilemez (**Görsel 1.5**).



Görsel 1.5: a. Hayvan hüresinde interfaz evresi
b. Bitki hüresinde interfaz evresi

- Bu evrede çekirdek zarı ve çekirdekçik hâlen görünür durumdadır.
- Hayvan hücrelerinde sentrozom eşlenir. Hayvan hücrelerindeki sentrozomlar iğ ipliklerinin organize edildiği bölgedir. Bitki hücrelerinde sentrozom olmadığı için iğ ipliklerini mikrotübül organizatörleri oluşturur.
- İnsan embriyonik hücre döngüsünün interfaz evresinde DNA eşlenmesi görülür. Ancak hücre, DNA eşlemesinden hemen sonra büyümeye zaman kalmadan hızla bölünür. Bu nedenle embriyonik hücrelerin hücre döngüsü diğer hücrelerine göre daha kısalıdır (**Görsel 1.6**).



Görsel 1.6: İnsanın embriyonik hücre döngüsü diğer hücrelerine göre daha kısalıdır.

1.1.2.2. Mitotik Faz

Mitotik faz, **mitoz (çekirdek bölünmesi/karyokinez)** ve **sitoplazma bölünmesi (sitokinez)** olmak üzere iki evrede gerçekleşir.

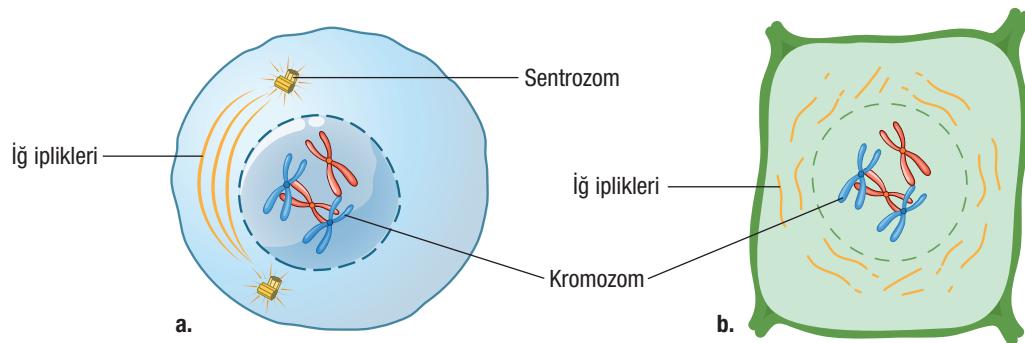
Mitoz (Çekirdek Bölünmesi/Karyokinez)

Mitoz temel olarak profaz, metafaz, anafaz ve telofaz olmak üzere birbirini takip eden evreler gerçekleşir.

Profaz

- Interfaz evresinde eşlenen kromatin iplik yoğunlaşarak kromozom hâlini alır. Kromozomlar birbirinin aynısı iki kardeş kromatitten oluşur.
- Çekirdekçik kaybolur.

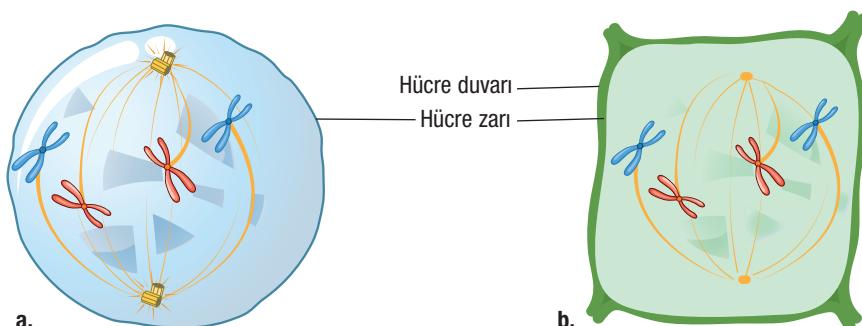
- İğ iplikleri hücrelerde bulunan kromozomların iki yeni hücreye ayrılmasında rol oynayan yapılardır. Hayvan hücrelerinde bulunan sentrozomlar aralarındaki iğ ipliklerinin uzaması sebebiyle zit kutuplara doğru hareket etmeye başlar (**Görsel 1.7**). Hayvan hücrelerinde mikrotübüllerin organizasyonu sentrozomlar gerçekleştirir. Bitki hücrelerinde sentrozom bulunmadığı hâlde mitotik iğ iplikleri oluşturulur.



Görsel 1.7: a. $2n=4$ kromozomlu bir hayvan hüresinde profaz evresi
b. $2n=4$ kromozomlu bir bitki hüresinde profaz evresi

Profaz sonunda prometafaz ara evresi gerçekleşir:

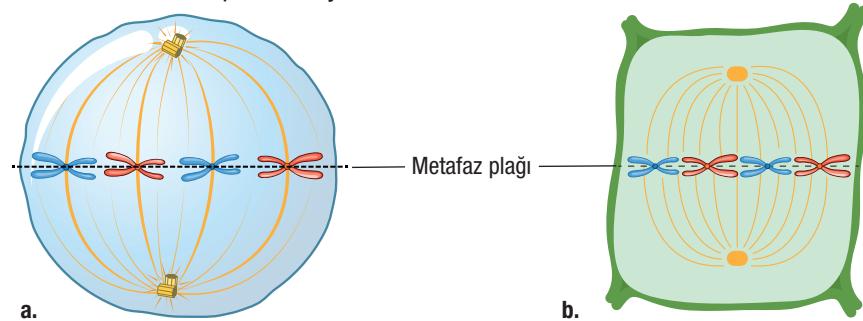
- Çekirdek zarı parçalanır. Mikroskop altında belli bir çekirdek alanı tespit edilemez.
- Kromozomların kardeş kromatitleri, sentromer bölgesinde bulunan kinetokor proteinlerinden iğ ipliklerine tutunur.
- Kromozomlara tutunmayan iğ iplikleri karşılıklı olarak birbirlerine bağlanır. Bu bağlanma hücrenin boyunun uzamasını ve mekik şeklini almasını sağlar.



Görsel 1.8: a. $2n=4$ kromozomlu bir hayvan hüresinde prometafaz evresi
b. $2n=4$ kromozomlu bir bitki hüresinde prometafaz evresi

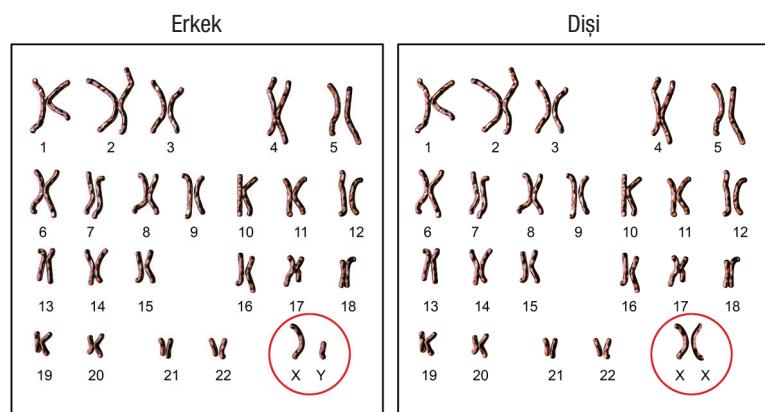
Metafaz

- Kinetekorlarından iğ ipliklerine tutunmuş olan kromozomlar, hücrenin orta kısmında bulunan metafaz plağı adı verilen hatalı düzleme yerlesir (**Görsel 1.8**).
- Sentrozomlar hücrenin zıt kutuplarında yer alır.



Görsel 1.8: a. $2n=4$ kromozomlu bir hayvan hücresi
b. $2n=4$ kromozomlu bir bitki hücresi metafaz evresi

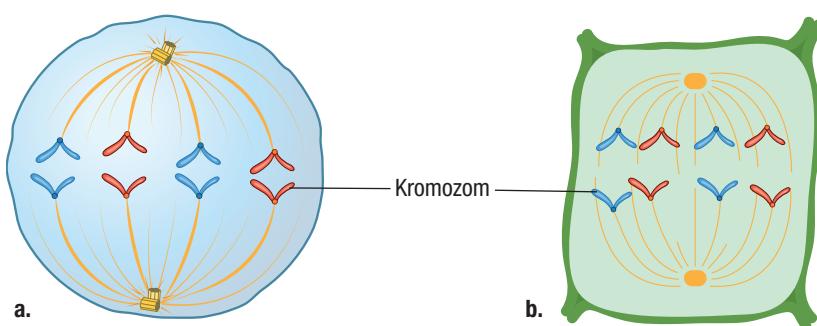
- Bir hücrenin kromozomlarının büyüklüğüne ve tipine göre dizilmesi ile oluşturulan görüntüye **karyotip** adı verilir. Karyotipin en kolay oluşturulabilirliği evre metafazdır. Çünkü metafaz evresi bir hücrenin kromozomlarının en net görüldüğü evredir (**Görsel 1.9**). Kalitsal hastalıkların belirlenebilmesi için kullanılan yöntemlerde o hücrenin karyotipi çıkarılarak kromozomlarda bir anomalilik olup olmadığına bakılır.



Görsel 1.9: İnsan karyotipi

Anafaz

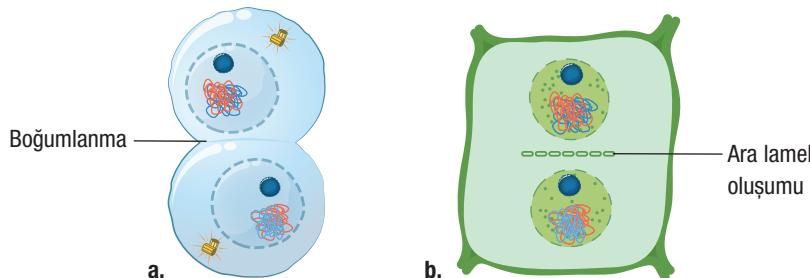
- Anafaz kardeş kromatitleri sentromer bölgesinde bir arada tutan proteinlerin yıkımı ile başlar.
- Her bir kromozomun kardeş kromatitleri bağlı oldukları iğ ipliklerinin kısalmasıyla zıt kutuplara doğru çekilmeye başlar. Bu aşamadan sonra her bir kromatit, kromozom olarak adlandırılır ve kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkar.
- Kromozomlara bağlı olmayan iğ iplikleri uzamaya devam ederek hücrenin boyunun uzamasını sağlar.
- Anafaz sonunda hücrenin her iki kutbu ana hücre ile aynı sayıda kromozoma sahiptir (**Görsel 1.10**).



Görsel 1.10: a. $2n=4$ kromozomlu bir hayvan hücresi
b. $2n=4$ kromozomlu bir bitki hücresi anafaz evresi

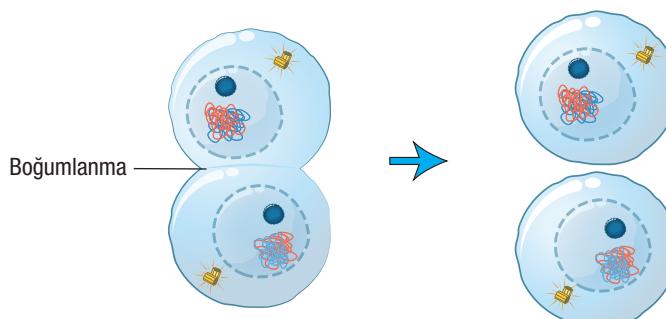
Telofaz ve Sitokinez

- Zit kutuplara çekilen kromozomların yoğunlaşmış olan yapısı çözülür ve tekrar kromatin iplik hâline dönüşür.
- Çekirdek zarı yeniden oluşturulur. Çekirdekçik görünür hâle gelir (**Görsel 1.11**).
- İğ iplikleri kaybolur.
- İki yeni çekirdeğin oluşturduğu hücrede sitokinez (sitoplazma bölünmesi) başlar.



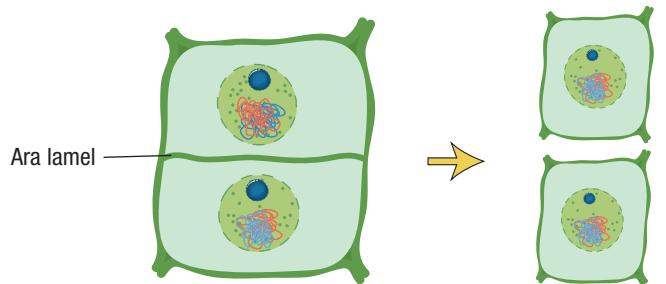
Görsel 1.11: a. $2n=4$ kromozomlu bir hayvan hücresinde telofaz evresi
b. $2n=4$ kromozomlu bir bitki hücresinde telofaz evresi

Sitoplazma bölünmesi genellikle geç telofazda başlar. Hayvan hücrelerinde boğumlanma, iki yeni hücre oluşturan kadar devam eder ve sonuçta ana hücre ile aynı genetik yapıya sahip iki yavru hücre oluşur (**Görsel 1.12**).



Görsel 1.12: Hayvan hüresinde boğumlanma ile sitoplazma bölünmesi

Bitki hücrelerinde sitoplazma bölünmesi gerçekleştirken hücre zarının dışında sert yapılı hücre duvarı bulunduğuundan hayvan hücrelerinde olduğu gibi boğumlanma gerçekleşmez. Bunun yerine **ara lamel** (hücre plagi) adı verilen yapı ile oluşumu ile sitoplazma bölünmesi gerçekleşir (**Görsel 1.13**).



Görsel 1.13: Bitki hüresinde ara lamel ile sitoplazma bölünmesi

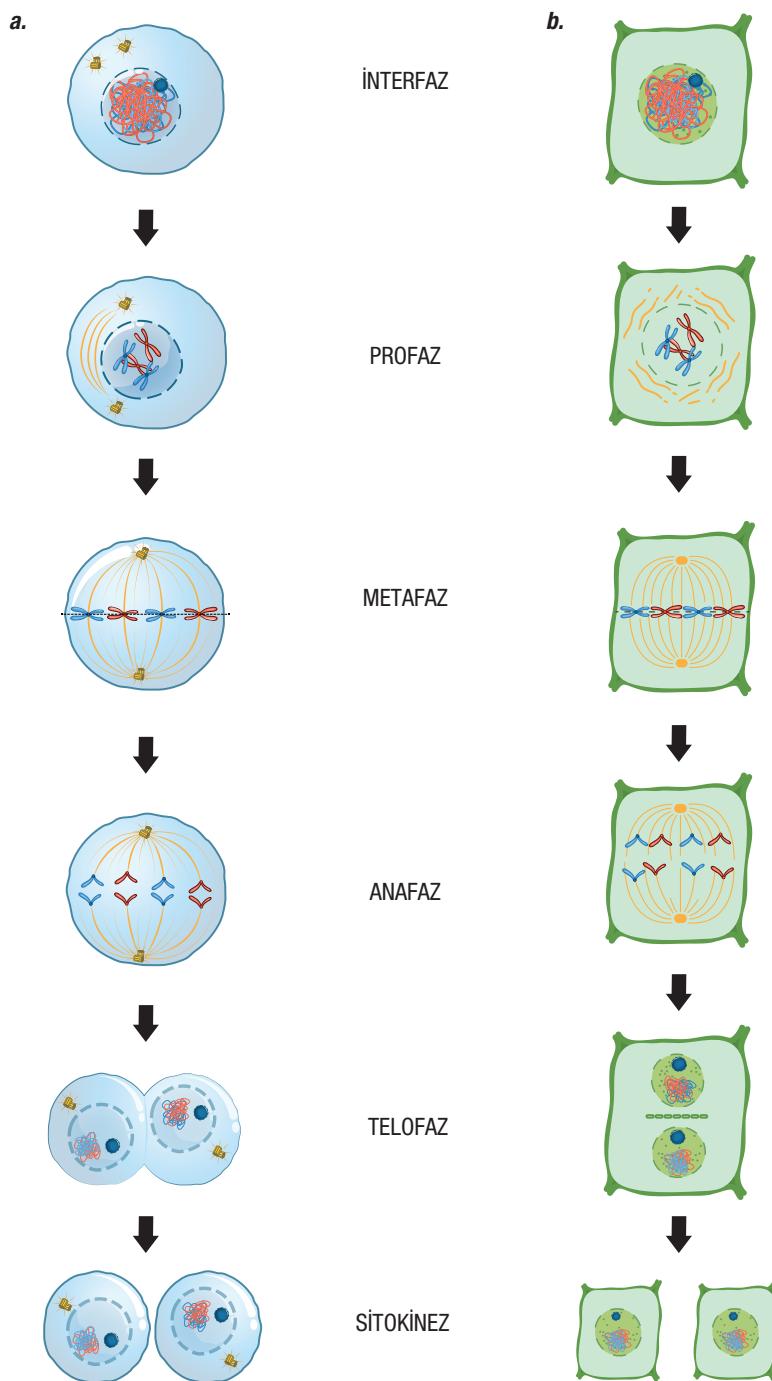
Mitozun telofaz evresinde Golgi aygıtı tarafından oluşturulan küçük keseler hücrenin ortasına yerleşmeye başlar. Bu keselerin içerisinde bulunan maddeler sitokinezin gerçekleşmesini sağlayacak ara lamel yapılarında kullanılır. Hücrenin ortasından başlayarak kenarlara doğru iki yönde hücre zarı ile birleşene kadar ara lamel oluşumu devam eder. Ara lamel ile hücre zarı birleştiğinde ana hücre, iki yavru hücreye ayrılmış olur.

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Her hücre bölünmesi sonucunda oluşan yeni hücrelerin kromozom sayısı ana hücre ile aynıdır ve bir ana hücreden iki yavru hücre oluşur. Dolayısıyla mitoz sonucunda hücre sayısı geometrik olarak artar ($2, 4, 8\dots$). Bölünme sonucu oluşan hücre sayısı 2^n formülü ile hesaplanır. Formülde kullanılan “n” mitoz bölünme sayısıdır.

Örneğin $2n=8$ kromozomlu bir hücrenin art arda 4 mitoz geçirmesiyle $2^n=2^4=16$ hücre oluşur. Oluşan hücrelerin kromozom sayısı $2n=8$ 'dir.

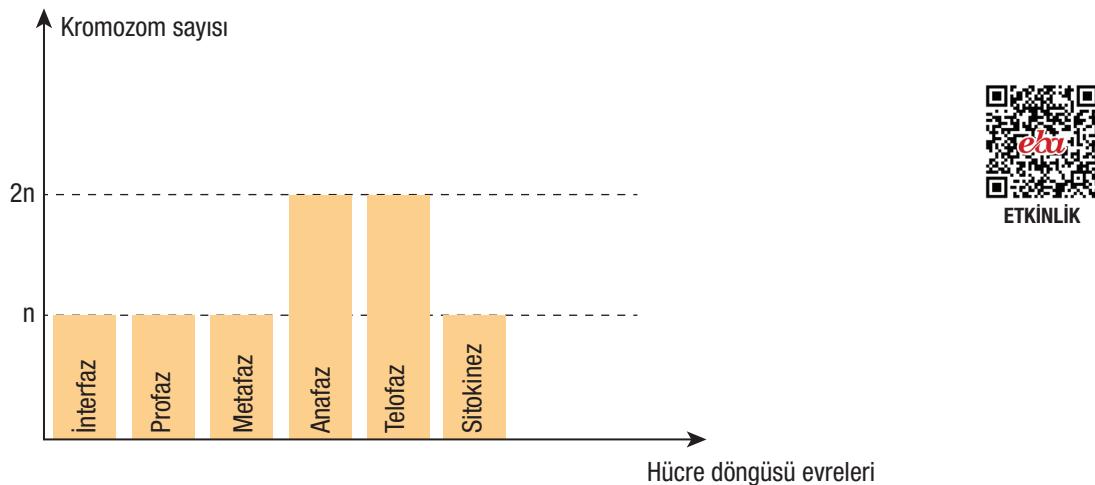
$2n = 4$ kromozomlu hayvan ve bitki hücrelerinin mitoz evreleri verilmiştir (**Görsel 1.14**).



Görsel 1.14: a. Hayvan hücresinde mitoz evreleri
b. Bitki hücresinde mitoz evreleri

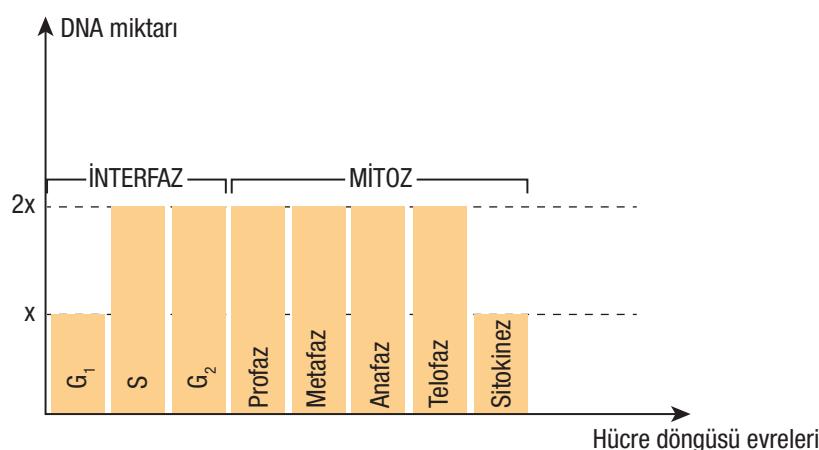


Mitoz anafazında kardeş kromatitler ayrılarak kromozoma dönüştüğünden hücrenin kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkar. Sitokinezin tamamlanmasıyla oluşan yeni hücrelerin DNA miktarı, organel çeşidi, kromozom sayısı ve yapıları atasal hücreyle ve birbirleriyle aynı ancak organel sayıları ve sitoplazma miktarları farklı olabilir (**Grafik 1.1**).



Grafik 1.1: Hücre döngüsünde kromozom sayısı değişimi

İnterfazda DNA eşlendiğinden DNA miktarı iki katına çıkar. Sitokinezin tamamlanmasıyla her hücreye eşit miktarda DNA aktarılmış olur. Böylece yeni hücreler, bölünmeye giren ata hücreyle aynı miktarda DNA'ya sahip olur (**Grafik 1.2**).



Grafik 1.2: Hücre döngüsünde DNA miktarı değişimi

**DENEY
1.1****Soğan Kök Hücrelerinde Hücre
Bölünmesinin Tespiti****Deneyin Amacı**

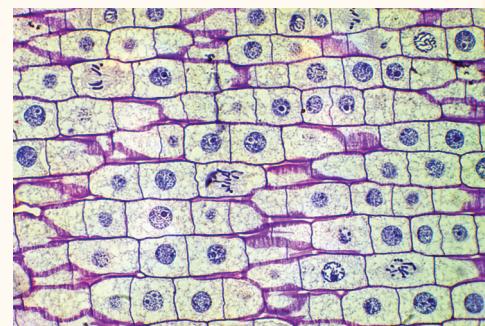
Hücre bölünmesinin evrelerini ayırt edebilme

Araç Gereçler

Köklendirilmiş kuru soğan, asetokarmin veya aseto-orsein boyası, jilet veya makas, pens, tüp maşası, ispirto ocağı, beher veya su bardağı, mikroskop, petri kabı, lam ve lamel.

Ön Hazırlık

Etkinliği yapmadan 4-5 gün önce bir kuru soğanı saçaklı su içinde kalacak şekilde, su dolu beherin veya bardağın içerisinde bekletiniz. Köklenme gerçekleşmezse bekleme süresini uzatarak köklenme oluşana kadar bekleyiniz.



*Soğan kök hücrelerinin mikroskopik görünümü
(Görüntü x40 oranında büyütülmüştür.)*

Deneyin Yapılışı

- ▶ Köklendirilmiş soğanın köklerinden birkaç tanesinin uçlarını (yaklaşık 5 mm), jilet veya makasla keserek bir petri kabına koyunuz.
- ▶ Petri kabına soğan köklerinin üstlerini örtecek kadar asetokarmin veya aseto-orsein boyası dökünüz.
- ▶ Kabı bir tüp maşası ile tutup ocakta hafifçe ısıtınız.
- ▶ Isıtlan kök uçlarından birini lam üzerine yerleştirip kök ucundan jiletle veya makasla kesiniz.
- ▶ Lam üzerinde kalan parçaya bir damla taze asetokarmin veya aseto-orsein boyası damlatınız ve parçayı jiletle veya makasla küçük parçalara ayıriz.
- ▶ Lam üzerindeki kökleri bir lamel ile kapatıp üzerine bastırarak parçaların ezilmesini sağlayınız. Böylece hücreler birbirinden ayrılacaktır.
- ▶ Hazırlamış olduğunuz hazırlığı önce küçük objektifle inceleyip hücrelerin en çok görüldüğü bölgeleri tespit ediniz. Tespit ettiğiniz bölgeyi büyük objektifle inceleyiniz.
- ▶ Bölünmenin değişik safhalarını ve bu safhaların farklı yapıları dikkatlice inceleyiniz.

Değerlendirme

- ➡ Soğan kök hücrelerinden bölünme geçirenlerin şekillerini defterinize çizerek hangi evrede olduklarını tespit etmeye çalışınız.
- ➡ Kök hücrelerini gözlemlerken neden asetokarmin veya aseto-orsein boyalarını kullandığınızı araştırınız.

1.1.3. HÜCRE BÖLÜNMESİNİN KONTROLÜ VE KANSER

Yapılan birçok bilimsel çalışma, hücre döngüsünün kontrolünün hücre içinden ve dışından gelen moleküler ve fiziksel sinyaller ile gerçekleştirildiğini göstermektedir. Hücre bölünmesinin kontrolü hücre döngüsünün interfaz evresinde ve mitotik faz evresinin mitoz alt evresinde bulunan **kontrol noktalarında** gerçekleştirilir. Kontrol noktaları kendinden önceki olaylar tamamlanmadan sonraki süreçlerin gerçekleşmesini engeller. Kontrol noktalarında “Dur.” veya “Devam Et.” sinyalleri verilerek hücre döngüsünün yönü belirlenir. Bu sinyaller, hücrenin bölünme evrelerinde gerçekleşmesi gereken olayların doğru olarak gerçekleşme durumlarının kontrol edilmesinden sonra moleküler düzeyde verilen sinyallerdir.

G_1 kontrol noktasında hücrenin yeterince büyüp büyümemiği, çevrenin uygunluğu ve DNA hasarının olup olmadığı kontrol edilir. Hücrelerin büyük çoğunluğu için en önemli kontrol noktası G_1 kontrol noktasıdır. Memeli hücrelerinde G_1 kontrol noktasına “Kısıtlama noktası” da denir. Eğer hücre G_1 kontrol noktasında devam et sinyali almazsa döngüden çıkararak durgun döneme geçer. Bu duruma G_0 evresi denir. İnsan vücudundaki hücrelerin çoğu G_0 evresindedir. Hücreler yaşamı boyunca G_0 evresinde kalandığı gibi uygun sinyallerle G_0 evresinden çıkış hücre döngüsüne tekrar girebilir. Örneğin G_0 evresinde bulunan sinir hücreleri bu evrede kalır ve bölünmez. G_0 evresinde bulunan karaciğer hücreleri ise yaralanma sırasında salınan büyümeye faktörleri sayesinde G_0 fazından çıkar G_1 evresine girer ve hücre döngüsüne devam eder.

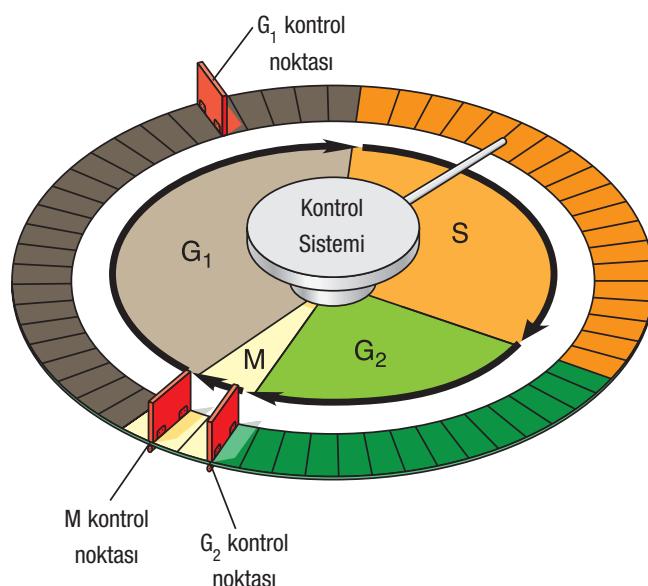
G_2 kontrol noktasında DNA'nın hatasız kopyalanıp kopyalanmadığı ve hücre büyülüğü kontrol edilir.

M kontrol noktasında bütün kromozomların iğ ipliklerine bağlı olup olmadığı kontrol edilir (**Görsel 1.15**). Kontrol noktalarındaki olaylar doğru gerçekleşmemişse “Dur.” sinyali verilir ve hücre bölünmesi durdurulur. Eğer bu kontrol noktalarındaki olaylar doğru gerçekleşmişse “Devam Et.” sinyali verilir ve hücre bölünmesi olması gereği gibi devam eder. Hücre içinden gelen moleküler düzeydeki sinyaller dışında hücre dışından gelen fiziksel ve kimyasal uyarılar da hücre döngüsünün kontrolünde rol oynar.

Hücreler tarafından sentezlenen bazı proteinler diğer hücrelerin bölünmesini sağlar. Bu proteinlere **büyüme faktörü** adı verilir. Büyüme faktörü, hücrelerin yer aldığı ortamda yaşam için gerekli ve yeterli miktarda besin bulunduğu sürece salınmaya devam eder. Hücreler belli bir yoğunluğa ulaştığında hücre bölünmesini inhibe eder ve artık bölünmez (yoğunluğa bağlı inhibisyon). Bunun nedeni sadece büyümeye faktörünün yetersizliği değil; hücrelerin hücre zarları aracılığıyla birbirleri ile kurdukları

Araştırınız-Tartışınız

Hasar görmüş DNA'ya sahip bir hücrenin bölünme döngüsünde gerçekleşen olayları araştırarak sınıf arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

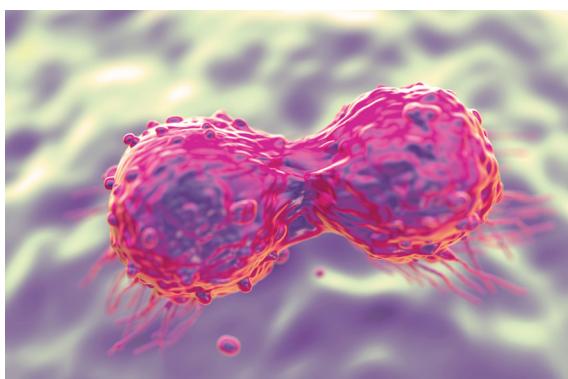


Görsel 1.15: Hücre kontrol sistemi şematik gösterimi.

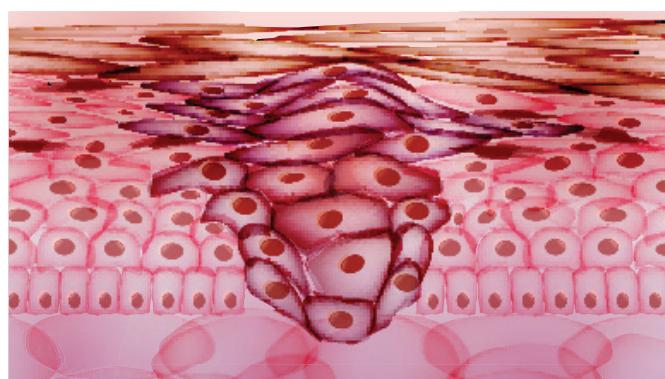
HÜCRE BÖLÜNMELERİ

temastır. Kültür kabında yetiştirilen hücrelerle yapılan çalışmalarda hücrelerin kabın içini doldurduklarında bölünmeyi durdurdukları görülmüştür. Kabın içerisinde bulunan hücrelerin bir kısmının dışarı çıkarılması ile hücreler tekrar bölünmeye başlamış ve kabı doldurduklarında yeniden bölünmeyi durdurmuştur. Bu çalışmalardan hücrelerin birbirleri ve doku duvarı ile temas kurduklarında bölünmeyi durdurdukları sonucu çıkarılmıştır.

Tüm bu kontrol mekanizmasına rağmen virus, ultraviyole ışınlar, kimyasal maddeler gibi çeşitli etkenler, hücre döngüsünün kontrol mekanizmasında yer alan sinyallere hücrelerin cevap vermesini engelleyebilir. Sinyallere cevap vermeyen hücreler, kontrollsüz bir şekilde bölünmeye başlar. Bu şekilde kontrollsüz olarak bölünen hücreler **kanser hücreleridir (Görsel 1.16)**. Kanser hücreleri yaşam için gerekli maddeler sağlandığı sürece sınırsız olarak bölünebilir. Kontrollsüz çoğalan hücrelerin dokularda oluşturdukları kitlesel yapıya **tümör (ur)** adı verilir (**Görsel 1.17**).



Görsel 1.16: Kanser hüresinde bölünme



Görsel 1.17: Tümör oluşumu

Tümör hücreleri sadece oluştugu dokuda kalırsa **iyi huylu tümör** olarak adlandırılır ve çoğunlukla ameliyatla sorunsuz bir şekilde bulunduğu dokudan çıkarılabilir. Bazı tümörlerde ise tümör hücreleri lenf ve kan damarları aracılığıyla diğer dokulara yayılarak hasar oluşturabilir. Bu tür tümörler **kötü huylu tümör** olarak adlandırılır. Kötü huylu tümörü bulunan bir kişi kanser hastası kabul edilir. Kanser hastalarında kötü huylu tümör hücrelerinin lenf veya kan damarları yoluyla diğer birçok doku ve organa yayılmasına **metastaz** adı verilir.

Kanser hücrelerinin nasıl durdurulacağı ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve günümüzde de hâlâ yapımaktadır. Bu çalışmalar doğrultusunda kanser hücrelerini durdurmak ve kanserli hastaları tedavi etmek için ışın (radyoterapi) ve ilaç tedavisi (kemoterapi) uygulanmaktadır.

ETKİNLİK 1.1

Mitoz

- ▶ Mitoz ile ilgili araştırma yapınız.
- ▶ Mitoz ile ilgili yaptığınız araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgilerle elektronik bir sunu hazırlayınız.
- ▶ Hazırladığınız sunuyu sınıf arkadaşlarınız ve öğretmeninizle paylaşınız.

OKUMA PARÇASI

Sağlıklı Bilgiler: Kanser Nedir? Kanserle İlgili Yanlış Bilinenler (Şeker, Kanseri Besler mi?)

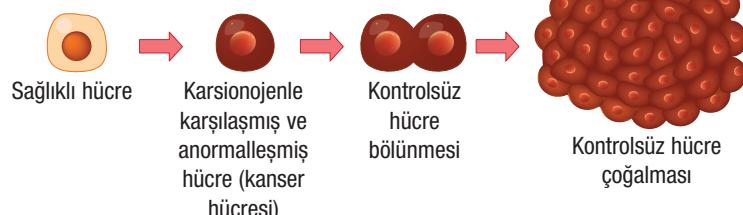
(...) İnternet ve sosyal medya gibi iletişim araçları ile artık bilgiye ulaşmak hayli kolaylaştı. Ancak bu şekilde elde edilen bilgilerin doğruluğu sorgulanmadığı için kanser konusunda da bilgi kirliliği hayli arttı. Hiçbir bilimsel dayanağı olmayan “bilgiler” nedeniyle hastalarımızın tedavileri aksıyor, psikolojik durumları olumsuz yönde etkileniyor ve hatta bazı hastalarımız bu tür yanlış bilgiler yüzünden tedavi şanslarını, dolayısıyla yaşamlarını kaybediyor.

Kanser, vücutumuzun her organını veya dokusunu etkileyebilen çok geniş bir hastalık grubunun ismidir. Halk arasında kötü huylu veya dişi ur adıyla bilinen hastalıkta. Malin tümör veya neoplazi bu konu ile ilgili diğer tıbbi terimlerdir. Kanserin en önemli özelliği kimi hücrelerin normal hücrelerden farklılaşarak hızlı ve kontolsüz bölünme özelliği kazanması ve sınır tanımsızın yakınlarındaki doku ve organları istila etmesi ve dahası dolaşım yolu ile uzak organ ve dokulara yayılmasıdır. Kanserin uzak organlara yayılmasına **metastaz** denir. Kanserden ölümlerin en sık sebebi metastazlardır. Sonuğa kancer, vücutumuzun kendi hücrelerinin çeşitli nedenlerle başkalaşımı sonucu meydana gelen bir hastalık. Kanser vücutumuzdaki her hücrede gelişebilir. Kanserin bilinen birçok sebebi olduğu gibi günümüzde kanserle ilgili bilinmeyenler de hayli fazladır. Kanserlerin %30'u çok basit önlemlerle önlenebilir. Bunların en başında tütün ürünlerinin (sigara, puro, nargile) kullanılmaması geliyor. Ayrıca günümüzde modern tıbbın sağladığı cerrahi, radyoterapi ve sistemik ilaç tedavisi gibi olanaklar sayesinde birçok kancer türü tedavi edilebiliyor yani tam şifa sağlanabiliyor. Akciğer, meme, bağırsak, gırtlak ve mide kanseri gibi birçok kancer türü erken tanı alındığında çok rahatlıkla tedavi edilebiliyor. İnternette ve televizyonda şekerin kanseri beslediği ile ilgili sayısız iddia var. Hatta şekeri diyetten tamamen çıkarınca kanserin tedavi edileceği bile iddia ediliyor. Oysa şekerli gıdalar yemenin kanserin büyümeyi hızlandırdığı ve yayılmasını çabuklaştırdığı ile ilgili kesin bir bilimsel kanıt yok. Vücutumuzdaki her hücre, sadece kanser hücreleri değil sağlıklı hücreler de hayatı fonksiyonlarını sürdürbilmek için gereken enerjiyi glikozdan (bir tür şeker molekülü) elde eder. Dolayısıyla şeker yemek kanserin büyümeye hızını artırmasa, şeker yemeyi tamamen kesmek de kanserin büyümeyi durdurmez. Ancak bu, diyetinizde şeker içeriğinin yüksek olması iyidir anlamına gelmez. Tam tersine şekerli gıdaların aşırı tüketilmesi fazla kalori alımına ve sonucunda kilo artışına, obeziteye ve diyabet oluşmasına yol açabilir. Obezite de kanserin en önemli nedenlerinden biri olduğu için aşırı şekerli gıdaların tüketimi doyayı yoldan kansere neden olabilir. Bu nedenle şeker tüketimi konusunda da “Her şeyin fazlası zarar, azı karar.” ilkesini hatırlamakta fayda var.

NORMAL HÜCRE ÇOĞALMASI



KANSER HÜCRESİ VE ÇOĞALMASI



Bilim ve Teknik, (2017, Ocak), Sayı 590, s. 80.

(Kısaltılmıştır.)

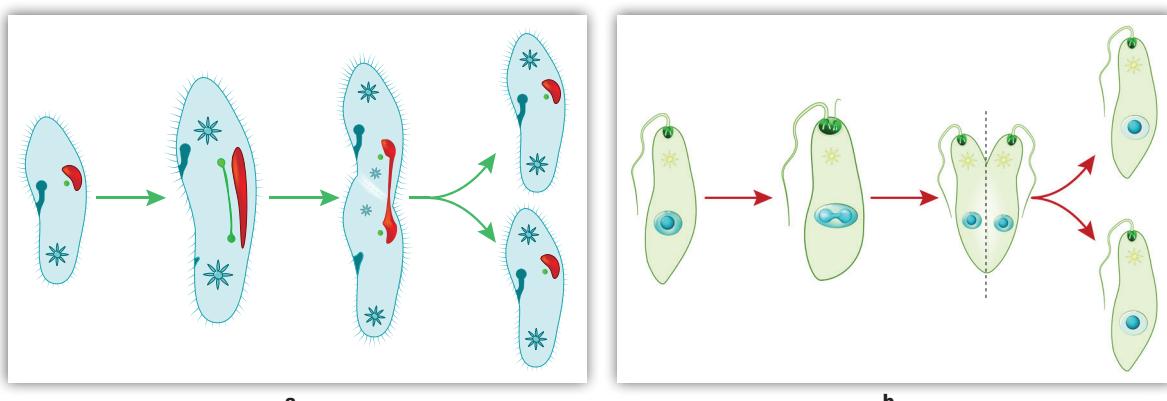
1.1.4. EŞEYSİZ ÜREME

Tek bir ata canının döllenme olmaksızın yavru canlı oluştumasına **eşeysız üreme** denir. Eşeysız üreme prokaryot canlılarda ve ökaryotik tek hücreli canlılarda görülebilir bir üreme şeklidir. Eşeysız üremenin temeli genellikle mitozdur. Ancak hücrelerin bölünme şekline bakılarak o canlıının üreme şekli konusunda yorum yapmak çok doğru olmayacağıdır. Çünkü mayoz geçirebilen hücrelere sahip olan canlılar da eşeysız olarak çoğalabilir.

Eşeysız üremenin temeli genellikle mitoz olduğundan eşeysız üreme sonucu oluşan yavrular ata canının genetik açıdan tıpatıp aynıdır. Bu nedenle eşeysız üreyen canlılarda çeşitlilik gözlenmez (mutasyonlar hariç). Eşeysız üreme; bölünerek üreme, tomurcuklanma, rejenerasyonla üreme, sporla üreme, partenogenez ve bitkilerde vejetatif üreme gibi örneklerle açıklanabilir.

1.1.4.1. Bölünerek Üreme

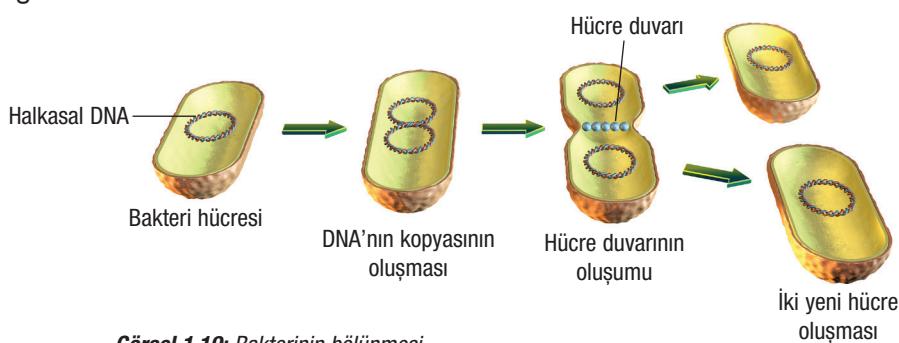
Genellikle bir hücrenin ikiye bölünmesi ile gerçekleşen üreme şeklidir. Bakteriler ve arkeler gibi prokaryotlarda; amip, öglena, paramesum gibi ökaryot bir hücreli canlılarda bölünerek üreme görülür. Amip, genel bir şekli olmadığı için her yöne, öglena boyuna ve paramesum enine bölünerek yeni canlılar oluşturur (**Görsel 1.18**).



Görsel 1.18: a. Paramesum hücreleri enine bölünür.

b. Öglena boyuna bölünerek çoğalar.

Prokaryotlarda (bakteriler ve arkeler) bölünme, hücrenin büyütürek iki katına çıkması ve iki hücre oluşturacak şekilde bölünmesi ile gerçekleşir. Bakterilerin genetik materyali hücre içerisinde çekirdek zarı ile çevrili değildir ve halkasaldır (**Görsel 1.19**). Bakteri hücreleri ikiye bölünmeden önce DNA molekülünün bir kopyası oluşturulur. DNA'lar hücrenin zit kutuplarına doğru hareket ederken hücrenin boyu da uzamaya başlar. Hücre zarı içeri doğru çöker, arada hücre duvarı oluşur ve sitoplazma bölünmesiyle iki yeni hücre meydana gelir.



1.1.4.2. Tomurcuklanma

Ana canlıdan mitoz ile oluşturulan tomurcuğun gelişerek yeni bir birey oluşturmasına **tomurcuklanma** adı verilir. Tomurcuklanma ile üremeye tek hücreli canlılardan maya mantarı, çok hücreli canlılardan hidra ve sünger örnek verilebilir (**Görsel 1.20**). Bu üreme tipinde ana canlıdan bir tomurcuk olarak oluşan canlı, ana canıyla birlikte kalıp koloni hâlinde (polip formu) yaşayabileceği gibi ayrılarak tek bir canlı olarak (medüz formu) yaşamını sürdürbilir.



Görsel 1.20: Maya hücrelerinde tomurcuklanma ile üreme

DENEY 1.2

Bira Mayasında Eşeysz Üremenin İncelenmesi



Deneyin Amacı

Eşeysz üremeyi kavrayabilme

Araç Gereçler

Şeker, su, kuru maya, beher, mikroskop, damlalık, lam ve lamel.

Ön Hazırlık

2 çay kaşığı şeker, bir bardak su ve 2 çay kaşığı kuru mayayı beherde karıştırıp 1 gün bekletiniz.

Deneyin Yapılışı

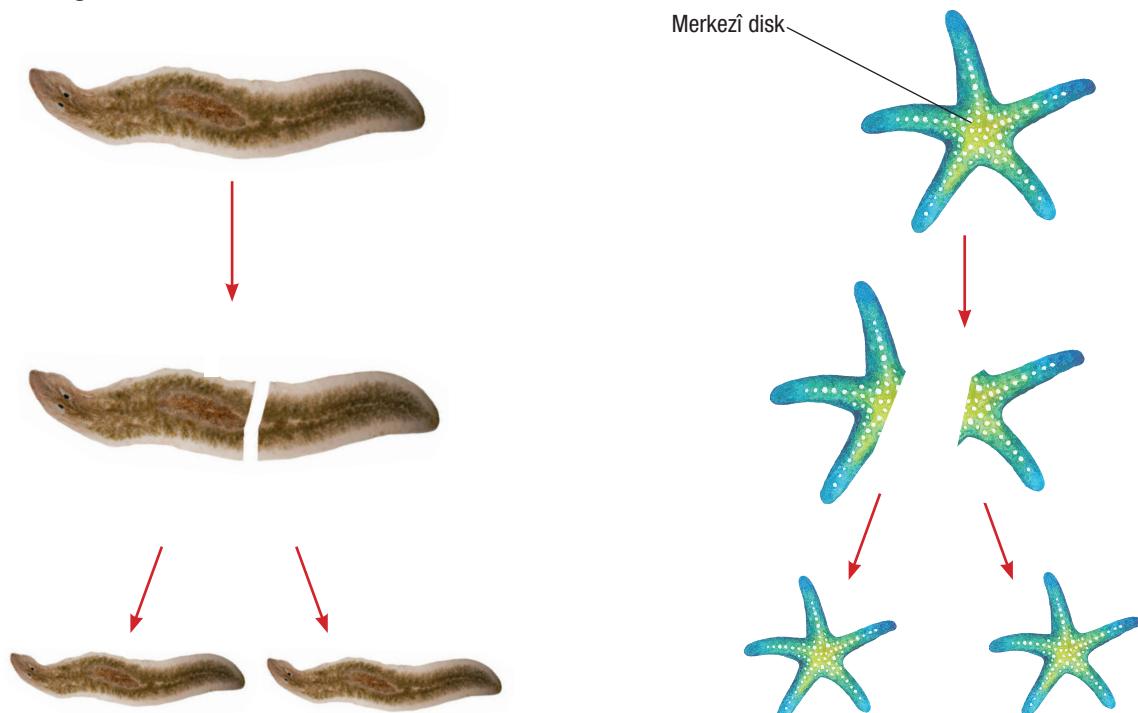
- ▶ Bir gün önceden hazırlanmış olan maya çözeltisinden damlalıkla bir damla alıp lam ve lamel kullanarak preparat hazırlayınız.
- ▶ Hazırladığınız preparati önce küçük, sonra büyük büyütümlü objektifle inceleyiniz.
- ▶ Tomurcuklanmakta olan maya hücrelerini tespit ederek hücrelerin şeklini çiziniz.
- ▶ Bir gün önce hazırladığınız maya çözeltisinin aynısını deney günü tekrar hazırlayınız.
- ▶ Deney günü taze hazırladığınız maya çözeltisinden aldığınız örneği mikroskopta inceleyerek bir gün önceden hazırladığınız karşılaştırınız.

Değerlendirme

- ➡ Taze maya çözeltisi ile hazırladığınız preparatta tomurcuklanma gördünüz mü?
- ➡ Bir gün bekletilmiş çözelti ile taze çözelti arasında ne gibi farklılıklar gördünüz?
- ➡ Bira mayası çözeltisine şeker ilave etmenizin nedenlerini açıklayınız.

1.1.4.3. Rejenerasyonla Üreme

Kelime olarak “yenilenme” anlamına gelen rejenerasyon; doku, organ ve organizma düzeyinde gerçekleşebilir. Organizma düzeyinde gerçekleşen rejenerasyonda birey sayısında artış meydana geldiğinden buna **rejenerasyonla üreme** denir. Bazı omurgasız hayvan türleri rejenerasyonla ürer. Örneğin derisi dikenlilerden denizyıldızındaki kopan kol, merkezî diskten pay almışsa yeni bir birey meydana gelir. Aynı şekilde yassı solucanlardan planarya örneğinde, vücutun birbirinden ayrılan parçalarından yeni canlılar meydana getirilir (**Görsel 1.21**).



Görsel 1.21: Planarya ve denizyıldızında yenilenme

Daha gelişmiş organizmalarda ise yenilenme organ veya doku düzeyinde gerçekleşir ve sadece onarım amaçlıdır. Örneğin bir sürüngen olan kertenkelenin savunma mekanizması olarak kuyruğunu bırakmasından sonra kopan kuyruğunun yerine yeni bir kuyruk oluşur. Ancak kuyruktan yeni bir canlı oluşumu gerçekleşmez. Bu yenilenme organ düzeyinde rejenerasyondur (**Görsel 1.22**). Kuşlar ve memelilerde de yenilenme sadece doku düzeyinde gerçekleşir. Kırılan bir kemiğin onarımı veya yaralanan deri hücrelerinin iyileşmesi doku düzeyinde rejenerasyona örnektir.



Görsel 1.22: Bazi kertenkeleler tehlike durumunda kuyruk bırakır, daha sonra kuyruk yeniden oluşur.

Bilgi Kutusu

Canlılarda gelişmişlik düzeyi arttıkça yenilenme yeteneği azalır.

1.1.4.4. Sporla Üreme

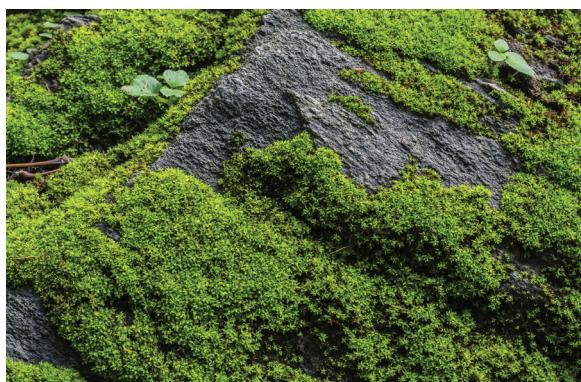
Ana canlıının mitoz bölünme ile oluşturduğu, etrafı sert bir çeperle kaplı, kötü koşullara dayanıklı hücrelere **spor** adı verilir. Sporlar n kromozomludur. Spor hücrelerinin metabolizması çok yavaştır. Sporların uygun koşullarda döllenme olmaksızın mitozla yeni bireyler oluşturmamasına **sporla üreme** denir. Bazı mantarlar, yeşil algler, insanda sitmaya neden olan plazmodyum ve tohumsuz bitkilerden kara yosunu ve eğrelti otları sporla üreyen canlılara örnektir (**Görsel 1.23**).



Mantar



Yeşil alg



Kara yosunu



Eğrelti otu

Görsel 1.23: Sporla üreyen canlı örnekleri.

1.1.4.5. Partenogenez

Dişi bireyin oluşturduğu yumurtadan döllenme olmaksızın yeni birey oluşmasıdır. Eklem bacaklılarda (bal arıları, karıncalar, yaprak bitleri, su pireleri, bazı çekirge ve kelebekler vb.) görülen eşeysz üremenin yaygın bir şeklidir.

Bir bal arısı kovanında diploit ($2n$) dişi ve haploit (n) erkek arılar bulunur. Dişi arılardan biri kraliçe arıdır. Kovanda bulunan kraliçe arı ve erkek arılar üreme olayından sorumludur. Kraliçe arı mayoz ile haploit (n) yumurtaları oluşturur. Erkek arılar haploit (n) olduğundan spermler mitoz ile oluşturulur. Bu nedenle spermlerde kalitsal farklılık yoktur.

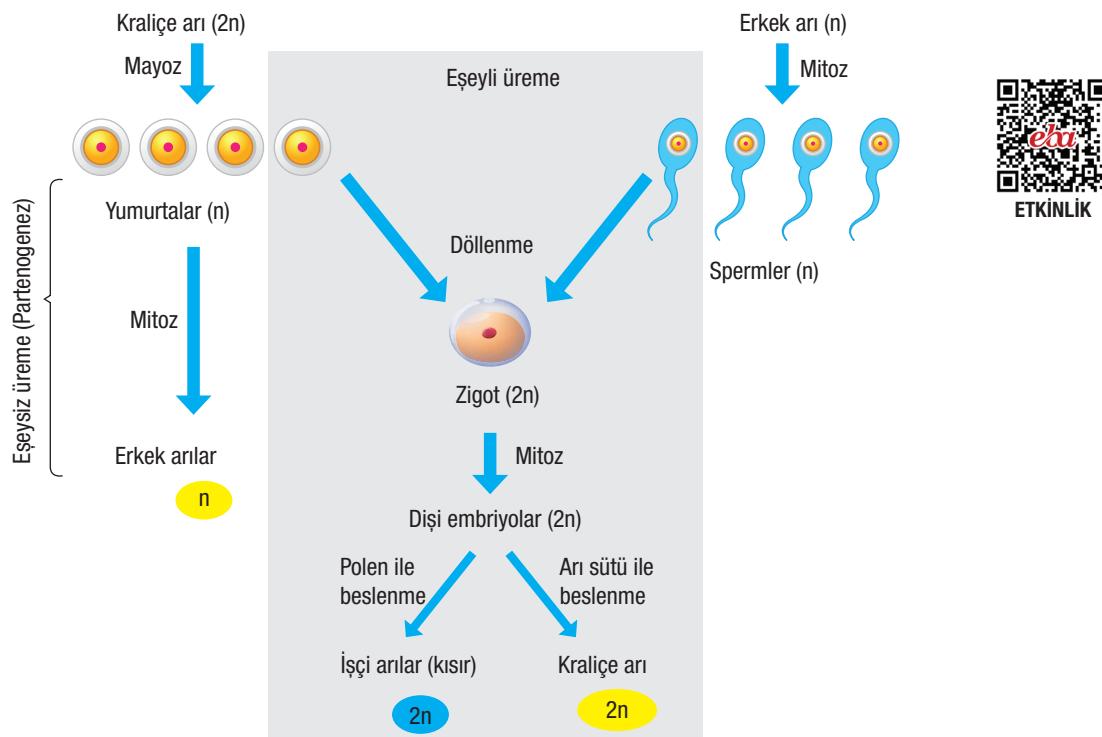
Kraliçe arı yaşamı boyunca bir kez çiftleşme uçuşuna çıkar ve erkek arılar ile çiftleşir. Çiftleşme süresince aldığı sperm hücrelerini bir kese içinde depolar. Kraliçe arı, mayoz ile yumurta hücrelerini oluşturduğu zaman sperm kesesinin ağızı açıkça sperm hücresi ile yumurta hücresi birleşerek diploit ($2n$) zigot oluşur. Bu zigotlar dışıdır. Zigot, polenle beslenerek gelişirse dişi işçi arılar, arı sütü ile beslenirse dişi kraliçe arı oluşur.

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Kralice arının oluşturduğu haploit (n) yumurta hücreleri, döllenmeden gelişirse haploit (n) erkek arılar oluşur (**Görsel 1.24**). Bu olaya **partenogenez** denir. Erkek arılar yumurtanın mitozla gelişip oluşmasına rağmen az da olsa genetik çeşitlilik görülür. Çünkü yumurta mayozla oluşmuştur.

D Araştırınız-Tartışınız

Arılarda, partenogenezle meydana gelmiş olan erkek arıların genetik yapıları aynı mıdır? Tartışınız.



Görsel 1.24: Arılarda eşeyli ve partenogenez ile eşeysız üreme

Bazı balıklarda, iki yaşamlılarda, sürüngenlerde ve kuş türlerinde partenogeneze rastlanmaktadır. Kamçı kuyruklu kertenkelelerin bazı türleri sadece partenogenezle üretir (**Görsel 1.25**). Bu yüzden bu türlerde sadece dişi bireyler bulunur. Üreme mevsiminde bazı dişiler erkek rolü üstlenir, kurlaşma ve çiftleşme taklıdı yapar. Böylece dişi bireyin yumurtlaması sağlanır. Mayoz II'de oluşan hücrelerden ikisi kaynağır. Böylece diploit ($2n$) zigot meydana gelir. Döllenme olmaksızın yumurtanın gelişerek diploit yavru canlılar oluşturmaya **diploit partenogenez** denir.



Görsel 1.25: Kamçı kuyruklu kertenkele

D Araştırınız-Tartışınız

Hangi canlılarda deneyel partenogenez görülür? Araştırınız.

Normalde partenogenezle üremeyen canlılarda yumurtaların yapay olarak uyarılması sonucu zigot oluşturulduğu gözlenmiştir. Örneğin kurbağa yumurtasına toplu iğne ile dokunulduğunda yumurta döllenmiş gibi uyarılıp kromozomlarını eşler ve bölünmeye başlayıp zigot oluşturur. Yumurtalısıcaklık, pH, ortamdaki tuzluluk derecesi değiştirilerek ya da yumurtaların mekanik ve kimyasal uyarıcılarla uyarılarak yeni bir canlı oluşturulmasına **deneyel partenogenez** denir.

rın

1.1.4.6. Vejetatif Üreme

Annelerinizin beğendikleri bir bitkinin dal, yaprak gibi bir parçasını alıp suya koymalarının nedenini hiç düşündünüz mü? Peki, su içerisinde bekleyen bitki parçasında ne gibi değişiklikler olduğuna dikkat ettiniz mi?

Eğer bu sorulara “evet” cevabı verdiyerseniz koparılan ve su içerisinde bekletilen bitkiden belli bir süre sonra yeni bir bitki olduğunu gözlemlemiş olmalısınız. Bu şekilde bitkilerde vücutundan belli bir parçası kullanılarak aynı bitkiden bir tane daha üretilmesine **vejetatif üreme** adı verilir. Vejetatif üreme mitozla bölünme ve yenilenme esasına dayanır.

Vejetatif üreme; sürüngen kövdelenme, rizomla üreme, yumruyla üreme, çelikle üreme, aşılamayla üreme, daldırma yöntemiyle üreme, soğanla üreme ve doku kültüryle üreme bitkilerde uygulanan vejetatif üreme şekilleridir.

Çilek bitkisinin toprak yüzeyine paralel olarak ilerleyen **sürüngen kövdelenme** üzerinde göz adı verilen kısımların toprakta köklenmesiyle yeni çilek bitkileri oluşur (**Görsel 1.26**).



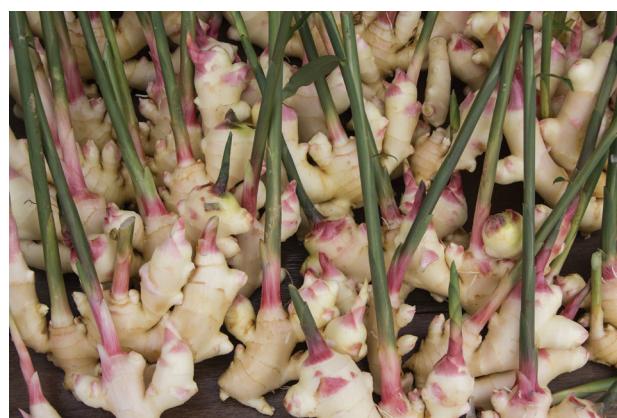
Görsel 1.26: Çilek bitkisinde sürüngen kövdelenme



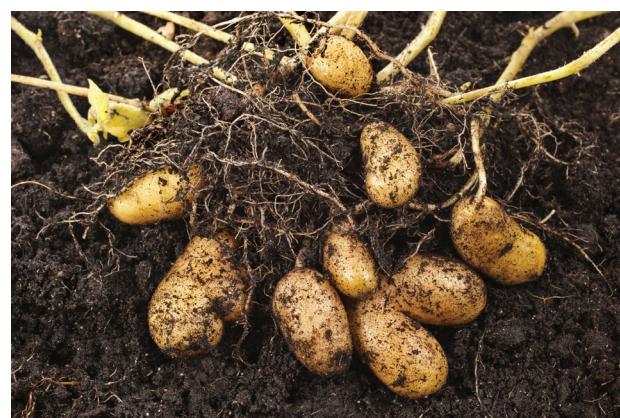
ETKİNLİK

Rizomla üreme gövdenin alt kısmında gelişen kalın kök şeklindeki kövdelenme uzantısı olan rizomlardan yeni bitkilerin gelişmesidir. Ayrık otu, zencefil gibi bitkilerde rizomla üreme görülür (**Görsel 1.27**).

Aynı şekilde **yumru kövdelenme** bulunan patates bitkisi, kövdelenme üzerinde bulunan gözlerden (vejetatif tomurcuk) yeni bitkilerin gelişmesi ile vejetatif olarak çoğalır (**Görsel 1.28**).



Görsel 1.27: Zencefil bitkisinde rizom görünümü



Görsel 1.28: Patates bitkisinde yumru kövdelenme

Begonya ve menekşe gibi saksı bitkilerinde ve meyve ağaçlarında kök, kövdelenme veya yapraktan alınan **çelik** adı verilen parçalar kullanılarak yeni bitkiler geliştirilir. Afrika menekşesi gibi bazı bitkilerde tek yapraktan tüm bir bitki oluşur. Çelikle üreyen bitkilerin bir kısmı tohum oluşturarak da üreyebilir.

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Çelikle vejetatif üremenin bir başka çeşidi **aşılama**dır. Aşılama yönteminde **anaç bitki** olarak adlandırılan bitki gövdesine, **aşı** olarak adlandırılan ve çoğaltılmak istenen bitki yerleştirilir (**Görsel 1.29**). Bu sayede ürün kalitesi yüksek olan bitkinin nesli devam ettirilmiş olur. Tarımsal alanda aşılamanın tercih edilmesinin temel nedeni, zaten ürün kalitesi bilinen bir bitkinin veriminin düşmesini engellemek ve ürün kalitesi ile verimliliğini sürekli olarak üst seviyede tutmaktır.



Görsel 1.29: Aşılama bir vejetatif üreme şeklidir.

Portakal, mandalina, fındık gibi bitki türleri **daldırma yöntemiyle** çoğaltılabılır. Daldırma yöntemiyle üreme yönteminde, bitkinin toprağa yakın kısmında bulunan dalı bitkiden ayrılmadan büküleerek toprağa gömülür. Gömülüen dal, köklendiği zaman ana bitkiden ayrılarak yeni bir bitki elde edilir.

Sarımsak, sümbül, kardelen, lale gibi bitkiler ise soğanla üreyebilen canlılardır. **Soğanla üremede** soğan bu bitkilerin toprak altı organlarıdır. Bitki, toprak altında yeni soğanlar üretir. Bu soğanlar birbirlerinden ayrı ayrı köklenerek bitkinin toprak üstü kısımlarını üretir. Soğanla üreyen bitkilerin bir kısmı tohum oluşturarak eşyeli üremeyle de çoğalabilir (**Görsel 1.30**).



Görsel 1.30: Lalerin olgunlaşma dönemi sonunda çok sayıda yavru soğan toplanır. Bu soğanlar ertesi yıl çiçek üretmek için tekrar ekilir.

Doku kültürü, bitkilerin değişik organlarından çok küçük parçacıklar steril koşullarda alınarak ve uygun yapay besin ortamında yeni bitkiler elde etmek için yapılan çoğaltmadır (**Görsel 1.31**). Doku kültür teknigi; üretimi zor olan türlerin çoğaltılmaması, soyu tükenmekte olan türlerin korunması ve ticari değeri olan bitkilerin çok sayıda elde edilmesi gibi amaçlarla kullanılan vejetatif üreme yöntemidir. Örneğin mısır, buğday ve pirinç gibi bitkilerin ıslahında, orkide gibi süs bitkilerinin hızlı çoğaltılmasında bu yöntem kullanılmaktadır.



Görsel 1.31: Doku kültürü ile çoğaltılmış bitkiler.

Ülkemizde ve tüm dünyada bitkilerin insan yaşamında önemli bir yeri vardır. Gıda, tekstil, ilaç sanayisi, kozmetik gibi birçok alanda bitkiler tercih edilmektedir. Bu nedenle verimli olduğu düşünülen bitkiler genellikle vejetatif üreme yöntemleri kullanılarak üretilmektedir. Bitkilerin vejetatif üreme yöntemi ile üretilmesinin temeli kısa sürede daha fazla ürün elde etmek ve verimliliği sürekli hâle getirmektir.

Türkiye'nin en önemli göreceli üstünlüğü, zengin genetik ve ekolojik çeşitliliğidir. Bu özelliklerin iyi bir sektörel örgütlenme, standartlara uyum ve kalitenin iyileştirilmesine yönelik bilgi ve teknoloji kullanımı ile bütünlendirilmesi bu faaliyet alanını geniş bir coğrafyaya hizmet sunma noktasına taşıyabilecektir. Türkiye'nin gerçek bir çiçek soğanı üreticisi olma potansiyeli vardır. Bunun en önemli delili, ülkemizin yalnızca doğal çiçek soğanı olarak kullanılan türlerin değil, süs bitkisi olarak kullanılmakta olan birçok türün de doğal gen merkezi olmasıdır. Türkiye'nin süs bitkileri ihracatındaki ana ürün grupları; canlı bitkiler (iç ve dış mekân bitkileri, fideler, fidanlar), kesme çiçekler, çiçek soğanları, yosunlar ve ağaç dallarıdır. Türkiye'de süs bitkileri ihracatı 20 yıl önce başlamıştır ve her yıl düzenli olarak artmaktadır (TOBB Türkiye Tarım Sektorü Raporu, 2013).

OKUMA PARÇASI

BİR MEYVE AĞACINDAN YENİ BİR MEYVE AĞACI YARATMAK AŞILAMA

(...) Eşeyli ya da eşeysız üreme, bahçe bitkilerinde çoğaltmanın iki ana yolu. Eşeysız çoğaltım da, aşıyla, çelikle, dalırmayıla ve doku kültürüyle yapılıyor.

Yani aşılama, bu eşeysız çoğaltım yollarından biri. Köklü bir ağaç ya da o ağacın bir dalı üzerine aynı cinsten ya da aileden, ama daha genç ve daha üstün nitelikleri olan bir başka ağaç parçasını ekleme işlemeye aşılama deniyor. Aslında bu bir anlamda bitkilere uygulanan cerrahi bir işlem. Şöyle ki, bir canının içinde yaşayıp büyüyecek bir canlılık materyali, bir yaşılam formu düşünelim. Bunu diğer bir canının içine verdığınız zaman, aynı büyümeyi bir başka canlıda gerçekleştirirsınız. Yani küçük canlı bir parçayı bir ana gövdeye yerleştirmek için yontuyor, kesiyor, yapıştırıyorsunuz ve bu cerrahi işlem sonrasında onu besleyip büyütüyorsunuz.

Bağlarda ve meyve fidanlarının üretiminde uygulanabilecek birçok aşılama tipi var; ama en çok tercih edilenleri kalem ve göz aşları. Bu aşları seçerken de ureteceğiniz bitkinin durumu çok önemli. Küçük meyve fidanlarını üretip, sonra da inanılmaz elde etme niyetindeyseniz, göz aşlarını kullanmanız gerekiyor. Ama yaşlı bir ağacınız varsa, yani anacınız oldukça kalınsa ve böyle bir bitkiye aşılama yapacaksanız kalem aşısını seçmeniz gerekiyor. (...) Göz aşları, yapıldıkları zamana göre sürgün ve durgun aşılama olarak iki farklı yöntemle uygulanıyor. Sürgün göz aşısına "yaprak aşısı" da deniyor. Bu aşılamada göz, anaca takıldığı yıl uyanyor ve aynı yıl sürgün vermeye başlıyor. (...) Durgun göz aşısında aşının yazın son günlerinde, yani ağustos ve eylül aylarında yapıyorsunuz. Anaç üzerine taktığınız göz aynı yıl tutuyor; ama kışa girdiğiniz için sürgünler uyanmayıp ilkbaharı bekliyorlar. (...)

Göz aşalarından başka aşı yöntemleri de var. Siz eğer, "benim ağaçım artık verimsizleşti, keşke tadı ve kalitesi daha iyi olan yeni bir çeşide ait ağaçlarım olsaydı" diyorsanız, onu çeşit değiştirerek yenilenmiş bir ağaç yapmak elinizde. Bunu da kalem aşlarıyla gerçeğe dönüştürebiliyorsunuz. Örneğin yaşlı William armut ağacınızı Ankara armut ağacına dönüştürmeniz olası. Bunun için de Ankara armudundan hazırlayacağınız ince kalemlere gereksiniminiz var. (...) Kalem aşılaması yapıldıktan sonra hemen o yıl içinde kalemlerdeki gözlerin sürmesi bekleniyor. Zaten sürgün yoksa aşınız da tutmamış demektir.

Siz aşlarınızı yalnızca meyve ağaçlarına değil, bahçenizdeki çalı formunda olmayan ağaçlara, örneğin gül ağacınıza, leyhlaklarına kısaca süs bitkilerinize de uygulayabilirsiniz. Bir dalı mor, bir dalı beyaz leyhlaklar; harika kokulu rengarenk güller sizi bekliyor.

Bilim ve Teknik, (2008, Ocak), Sayı 482, s. 26-28.

(Kısaltılmıştır.)

**DENEY
1.3**
Bitkilerde Vejetatif Üreme

Deneyin Amacı

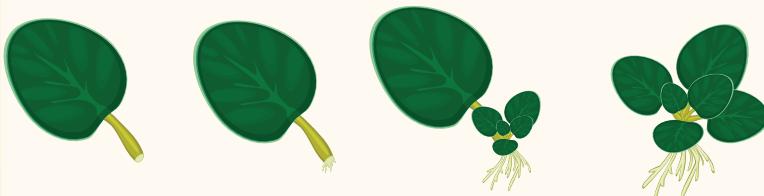
Eşeysz üremeyi kavrayabilme

Araç Gereçler

Saksıda menekşe bitkisi, bardak, su, saksı, toprak, bıçak veya makas.

Ön Hazırlık

Saksıda bulunan menekşe bitkisinin bir yaprağını sapıyla birlikte toprağa en yakın kısmından bıçak veya makas yardımıyla keserek oda sıcaklığında bulunan bir bardak suda, güneş alabilecek bir yerde yaklaşık 1 hafta bekletiniz.


Deneyin Yapılışı

- ▶ Bardak içerisinde beklettiğiniz yaprağın sap kısmını her gün kontrol ederek yeni köklerin oluşup olmadığını gözlemleyiniz.
- ▶ Eğer kökler oluşmamışsa kökler oluşana kadar bekleme süresini uzatınız.
- ▶ Kökler oluştugunda menekşe yaprağını saksı içerisindeki toprağa yaprak ayası dışarıda kalacak şekilde dikiniz.
- ▶ Diğer bütün saksı çiçeklerinde yapıldığı gibi ihtiyaç duyduğu sürece sulayarak bitkinin gelişimini kontrol ediniz.


Değerlendirme

- ⇒ Köklendirmek için aldığımız yaprağı sapıyla birlikte kesmemizin nedeni nedir?
- ⇒ Köklenme gerçekleşmeden yaprağı saksıya dikerseniz yeni bitki gelişir mi? Gelişmezse nedeni nedir? Kısaca açıklayınız.
- ⇒ Yaprağını keserek aldığınız bitki ile yeni oluşturduğunuz bitkinin çiçek renklerini karşılaştırınız. Farklı ya da aynı rengi gözlemleyip gözlemleyemediğinizin nedenleri ile açıklayınız.

2. BÖLÜM

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME



Anahtar Kavramlar

Diploit

Haploit

Sinapsis

Döllenme

Krossing over

Tetrat

Eşeyli üreme

Mayoz

Neden Akrabalarınıza Benzemezsınız?

Genetik materyallerinin çoğunu paylaşan aynı ailenin üyeleri bile birbirinden önemli ölçüde farklı olabilir.

Bir aile toplantısına katıldıysanız bunun canlı kanıtını görmüşsunuzdur. Bırakın dünyayı, kendi ailelerimizde bile gördüğümüz inanılmaz çeşitlilik nasıl açıklanabilir? Bir dansa katılan 23 çift düşünün. Çiftler, iki paralel çizgi oluşturarak, birbirlerine bakacak şekilde sıraya girmeye başlar. Dans edecek çiftler, birbirlerinin karşısında oldukları sürece hangi sırada durdukları önemli değildir. Erkekler ve kadınlar her iki sırada olabileceğinden, dansçılar milyonlarca farklı şekilde sıraya girebilir. Aslında, olası eşleşmelerin sayısı 2^{23} veya 8 milyondan fazladır.

İlk hücre bölünmesi sırasında 23 çift kromozomun iki yavru hücre arasında nasıl paylaştırıldığını da aynı şekilde düşünebilirsiniz. Her yavru hücre, her çiftten birer kromozom alır ama hangisini alacağı tamamen rastgeledir. Dansçılarda gördüğümüz gibi bu 8 milyondan fazla farklı kombinasyon oluşturuyor. Bu, tek bir ebeveyn grubunun 64 trilyondan fazla farklı zigot üretebileceği anlamına gelir.

(Genel ağdan alınmıştır.)

(Kısaltılmıştır.)

- Eşeyli üremenin kalitsal materyali aktarmadaki etkisi nedir?
- Eşeyli üreyen canlılar neden birbirlerine benzemez?
- Anne ve babanızın özelliklerinden hangilerini taşıyorsunuz? Bunun nedenini nasıl açıklarsınız?



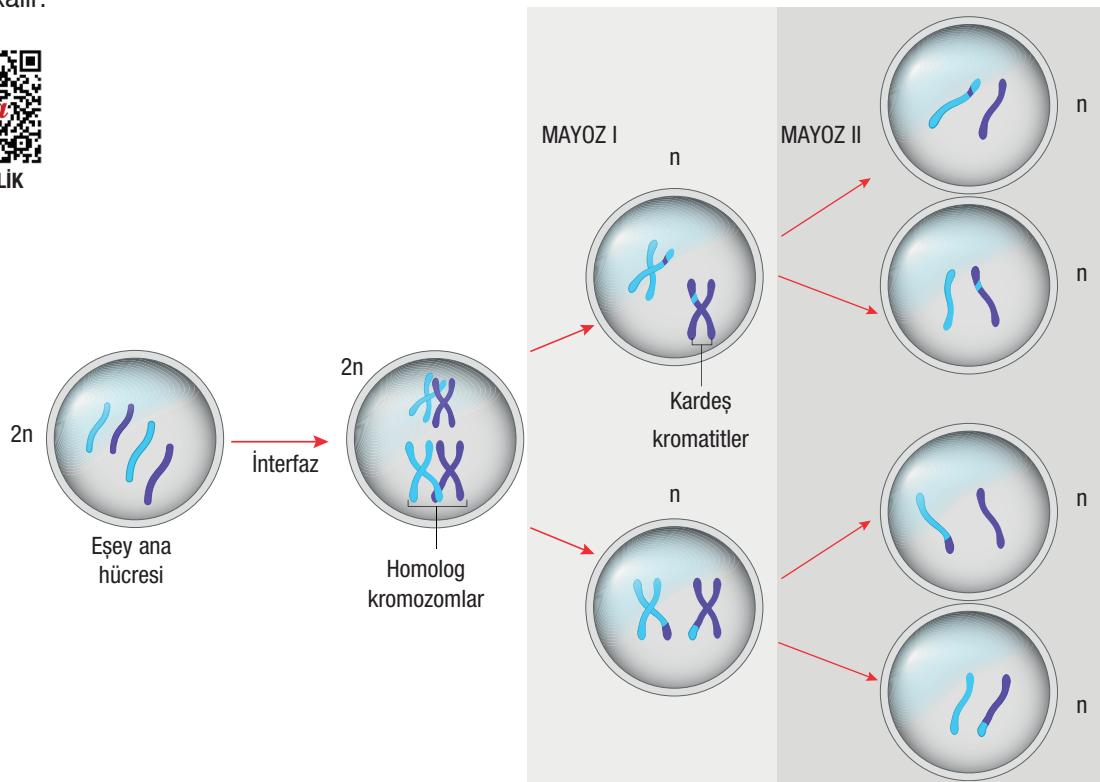
1.2.1. MAYOZ

Bir canlı türünün tüm bireylerinin hücrelerinde bulunan kromozom sayısı istisnai durumlar haricinde sabittir. İnsan hücreleri için bu sayı 46'dır. Bu sayının nesiller boyunca sabit kalması gerekmektedir. Eşeyli üreyen canlılarda üreme mitoz temeline dayanarak gerçekleştiğinden kromozom sayısının nesiller boyunca sabit kalmasında herhangi bir problem bulunmamaktadır. Bu durumda akla gelen soru, insan gibi eşeyli üreyen canlılarda kromozom sayısının nasıl sabit kaldığıdır.

Eşeyli üreyen canlılarda üremenin gerçekleşmesi mayoz ve döllenme olmak üzere iki temel olaya dayanmaktadır. Mayoz, eşeyli üreyen canlıların eşey ana hücrelerinde (üreme ana hücrelerinde) gerçekleşen ve sonucunda üreme hücrelerinin oluşturulduğu bölünme şeklidir. Mayoz sonucunda oluşan hücreler **gamet (üreme hüresi/eşey hüresi)** olarak adlandırılır. Dişi gamete **yumurta**, erkek gamete **sperm** denir. Gamet bir vücut hüresinin sahip olduğu kromozom setinin yarısına sahiptir. İnsan vücut hücrelerinde bulunan 46 kromozomun 23 tanesi anneden, 23 tanesi ise babadan gelmektedir. Yani bir insan vücut hücresinde 23 çift homolog kromozom bulunmaktadır. **Homolog kromozomlar**, biri anneden diğeri babadan gelen ve aynı özellikler üzerine etki eden genleri taşıyan kromozomlara verilen isimdir. Henüz mayoz geçirmemiş olan eşey ana hücreleri bu kromozom çiftlerinin tamamını içerir. Homolog kromozom çiftlerinin hepsini içeren hücreler kromozom sayısı açısından **diploit (2n)** olarak ifade edilir. Mayoz sonucunda kromozom sayısı yarıya indirilir ve homolog kromozom çiftlerinin yarısına sahip olan hücreler **haploit (n)** olarak adlandırılır (**Görsel 1.31**). Bu gametlerin döllenmesi ile eşeyli üreme gerçekleştirilebilir. Döllenme sonucunda mayoz ile yarıya indirilmiş olan kromozom sayısı tekrar iki katına çıkarılmış olur. Bu sayede eşeyli üreyen canlılarda kromozom sayısı nesiller boyunca sabit kalır.



ETKİNLİK



Görsel 1.31: $2n=4$ kromozomlu hücrede mayoz

Bilgi Kutusu

Eşeyli üreyen canlılarda mayoz bölünme sonucu yarıya düşen haploit kromozom sayısı, döllenme olayı ile tekrar türün normal diploit kromozom sayısına ulaşılır. Bu şekilde türün kromozom sayısının nesilden nesile sabit kalması sağlanmış olur.

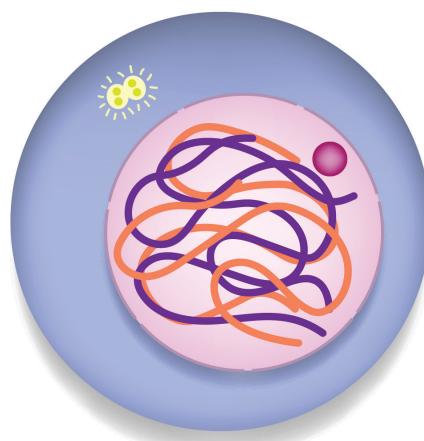
HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Mayozda da tıpkı mitozda olduğu gibi bölünmeye başlamadan önce bir interfaz olarak adlandırılan hazırlık evresi gerçekleşir. İnterfaz evresinin ardından mayoz I ve mayoz II adı verilen iki hücre bölünmesi gerçekleşir ve mayoz sonucunda 4 haploit hücre oluşturulur.

1.2.1.1. İnterfaz

İnterfaz evresinde,

- DNA eşlenmesi (replikasyon) gerçekleşir.
- Hücre mikroskop altında incelendiğinde çekirdek zarı ve çekirdekçik hâlen görünür durumdadır.
- Kromozomlar henüz kromatin iplik olarak görülür.
- Hayvan hücrelerinde sentrozomlar eşlenir ve hücrenin kutuplarına doğru hareket etmeye başlar (**Görsel 1.32**).



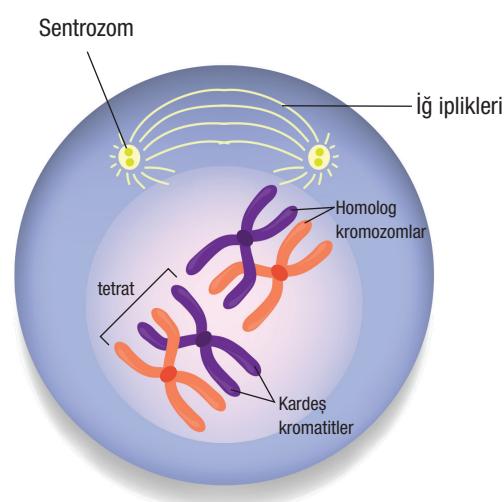
Görsel 1.32: Hayvan hüresinde interfaz evresi

1.2.1.2. Mayoz I

Mayozun ilk aşamasıdır. Profaz I, metafaz I, anafaz I, telofaz I 4 evrelerinin ardından sitokinez I (sitoplazma bölünmesi I) gerçekleşir.

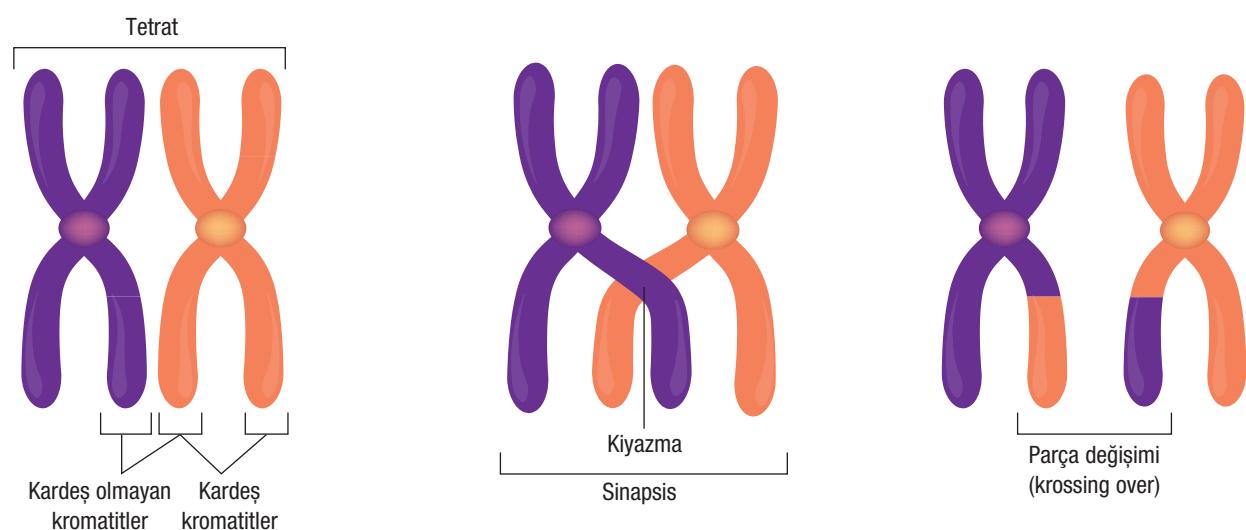
Profaz I

- Mayozun en uzun evresidir.
- Bu evrede homolog kromozomlar yoğunlaşarak mikroskopla bakıldığından görünür hâle gelir. Mitozdan farklı olarak kromozomlar homolog kromozom çiftleri hâlinde yan yana gelir. Bu şekilde homolog kromozom çiftlerinin yan yana gelerek oluşturduğu dört kromatitli demet hâline **tetrat** denir (**Görsel 1.33**). Bu evrede hücredeki tetrat sayısının kromozom sayısına eşittir. Çift oluşturmuş homolog kromozomlar, özel bir protein yapıyla birbirlerine fiziksel olarak bağlanırlar; bu duruma **sinapsis** denir.



Görsel 1.33: Hayvan hüresinde profaz I evresi

Sinapsis esnasında homolog kromozomların bir arada kalmasını sağlayan protein kompleksleri bulunmaktadır. Her kromozomun homolog eşiyle birlikte bulunduğu bu süreçte, homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri çapraz oluşturacak şekilde birbirlerine tutunur. Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitlerinin birbirlerine tutundukları noktalara **kiyazma** adı verilir. Kromozomlar bazı durumlar da kiyazma bölgelerinde homolog kromozomlarının kardeş olmayan kromatitleri arasında karşılıklı olarak parça değişimi gerçekleştirebilir. **Parça değişimi (krossing over)** olarak adlandırılan bu aşama, canlılarda kalitsal çeşitliliğin sağlanmasıının temel nedenlerinden biridir (**Görsel 1.34**). Parça değişimi sayesinde yavru hücrelere aktarılacak kromozomların birbirinden farklı olması sağlanmış olur.

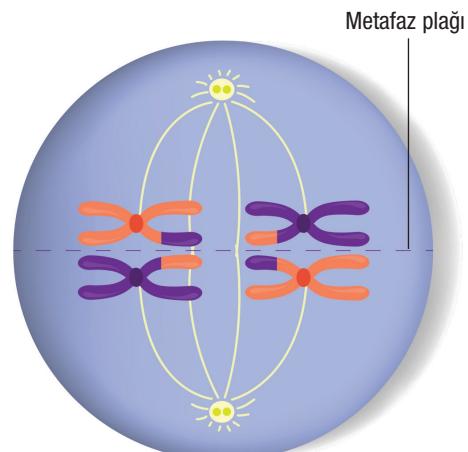


Görsel 1.34: Sinapsis ve parça değişimi (krossing over)

- Çekirdek zarı ve çekirdekçik kaybolur.
- İğ iplikleri homolog kromozom çiftlerinin sentromerlerinde bulunan kinetokorlara tutunur.

Metafaz I

- İğ ipliklerine tutunan homolog kromozom çiftleri, hücrenin ekvatoral düzleminde bulunan metafaz plagi üzerinde rastgele dizilir.
- Metafaz I'de mitozdan farklı olarak homolog kromozomların çiftler hâlinde diziliyor gözlenmektedir (**Görsel 1.35**).



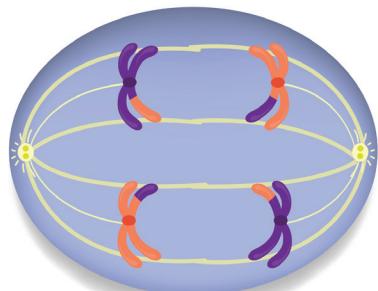
ETKİNLİK

Görsel 1.35: Hayvan hüresinde metaphase I evresi

Anafaz I

- Homolog kromozomlar birbirlerinden ayrılarak hücrenin zıt kutuplarına doğru hareket etmeye başlar. Ayrılma hareketi rastgele gerçekleşir. Bu durum mayoz sonucunda oluşacak hücrelerin gamet çeşitliliğine neden olan en önemli faktörlerden biridir.

Burada dikkat edilmesi gereken konu kromozomların kardeş kromatitlerinin henüz birbirlerinden ayrılmadıklarıdır. Kardeş kromatitlerin değil, homolog kromozomların birbirinden ayrılıyor olması hücrede bulunan kromozom sayısının yarıya inmesine neden olur (**Görsel 1.36**).

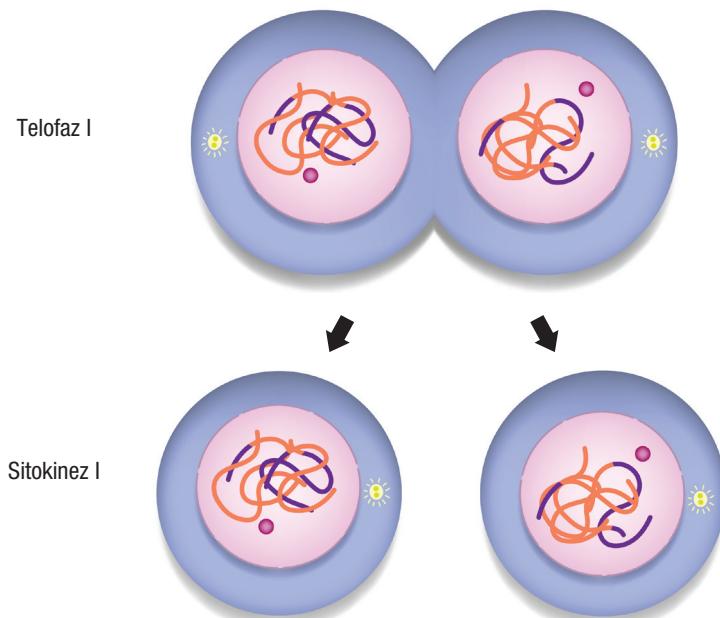


Görsel 1.36: Hayvan hüresinde anafaz I evresi

Telofaz I ve Sitokinez I

- Telofaz I'in başlangıcında homolog kromozomların her biri tamamen zıt kutuplara çekilir ve hücrenin her iki kutbu kromozom setinin yarısına sahip olur (**Görsel 1.37**).
- Haploit iki hücre çekirdeği oluşur.
- Sitokinez genellikle telofaz I ile eş zamanlı gerçekleşir.
- İki haploit hücre oluşur.
- Bazı türlerde kromozom yapısı çözülerek kromatin iplik hâline dönüşür ve çekirdek oluşur.
- Haploit çekirdekler oluştuktan sonra sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.
- Hayvan hücrelerinde boğumlanma ile bitki hücrelerinde ise ara lamel oluşumuyla hücreler ikiye bölünür. Sitokinez sonucunda haploit iki yavru hücre oluşur.

Bu evreden sonra tekrar DNA eşlenmesi gerçekleşmeden oluşan hücrelerin her biri mayoz II evresine geçer ve tekrar bölünmeye başlar.



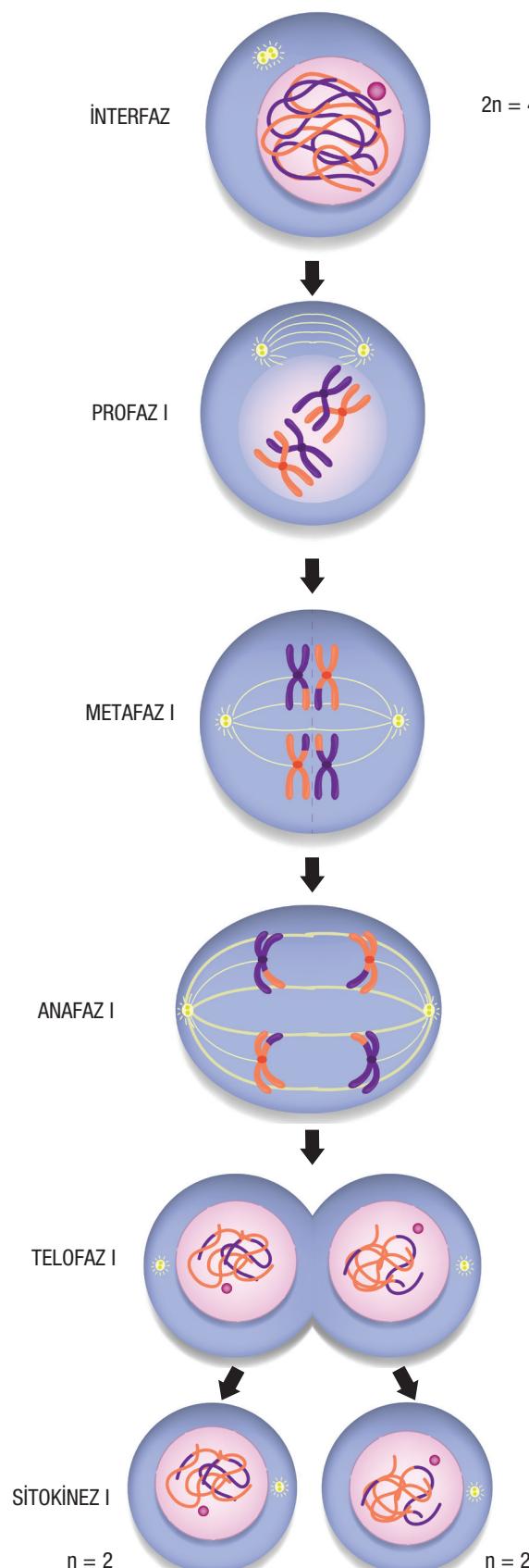
Bilgi Kutusu

Mayoz I ve mayoz II arasında DNA eşlemesi olmadan kısa bir hazırlık evresi vardır. Buna interkinaz denir.



Görsel 1.37: Hayvan hüresinde telofaz I evresi ve sitokinez I evreleri

$2n = 4$ kromozomlu hayvan hücresinin mayoz I evreleri bir arada gösterilmiştir (**Görsel 1.38**).



Görsel 1.38: Hayvan hüresinde Mayoz I evreleri



ETKİNLİK

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

1.2.1.3. Mayoz II

Mayozun ikinci aşamasıdır. Bu aşama temelde mitoz ile aynıdır. Mayoz I'in sonunda oluşan haploit iki yavru hücre DNA eşlenmesi gerçekleştirmeden profaz II, metafaz II, anafaz II, telofaz II ve sitokinez II (sitoplazma bölünmesi II) gerçekleşir. Mayoz II sonunda toplamda n kromozomlu 4 yavru hücre oluşturulmuş olur.

Profaz II

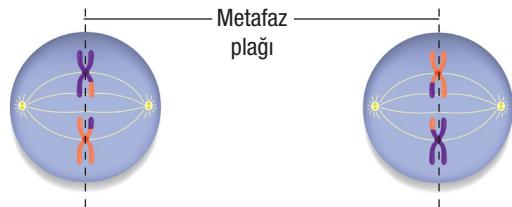
- Çekirdek zarı ve çekirdekçik tekrar kaybolur.
- Kromozomlar yoğunlaşarak ayırt edilebilir hâle gelir.
- İğ iplikleri oluşur (**Görsel 1.39**).



Görsel 1.39: Hayvan hüresinde profaz II

Metafaz II

- Kardeş kromatitlerin kinetokorları iğ ipliklerine tutunur.
- İğ ipliklerine tutunan kromozomlar hücrenin hatalı düzlemi olan metafaz plagi üzerine rastgele dizilir (**Görsel 1.40**).



Görsel 1.40: Hayvan hüresinde metafaz II

Anafaz II

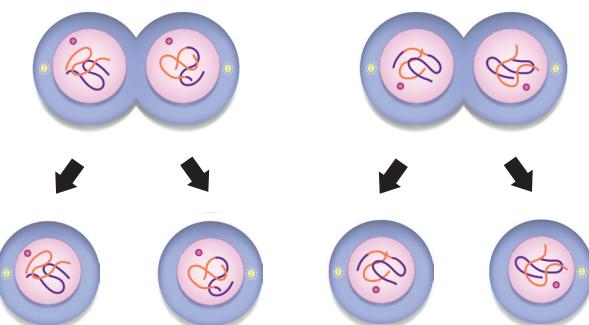
- Kardeş kromatitleri sentromer bölgelerinden bir arada tutan proteinler özel bir enzim tarafından yıkılır.
- Kardeş kromatitler zit kutuplara doğru hareket etmeye başlar.
- Bu evreden itibaren her kardeş kromatit, kromozom olarak adlandırılır ve kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkmış olur (**Görsel 1.41**).



Görsel 1.41: Hayvan hüresinde anafaz II

Telofaz II ve Sitokinez II

- Hücrenin zit kutuplarında homolog kromozom setinin yarısını içeren iki çekirdek oluşur.
- Çekirdekler oluştuktan sonra canlı türüne göre sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.
- Sitokinez II sonucunda birbirinden ve atasal hücreden farklı genetik yapıya sahip haploit 4 yavru hücre meydana gelir (**Görsel 1.42**).



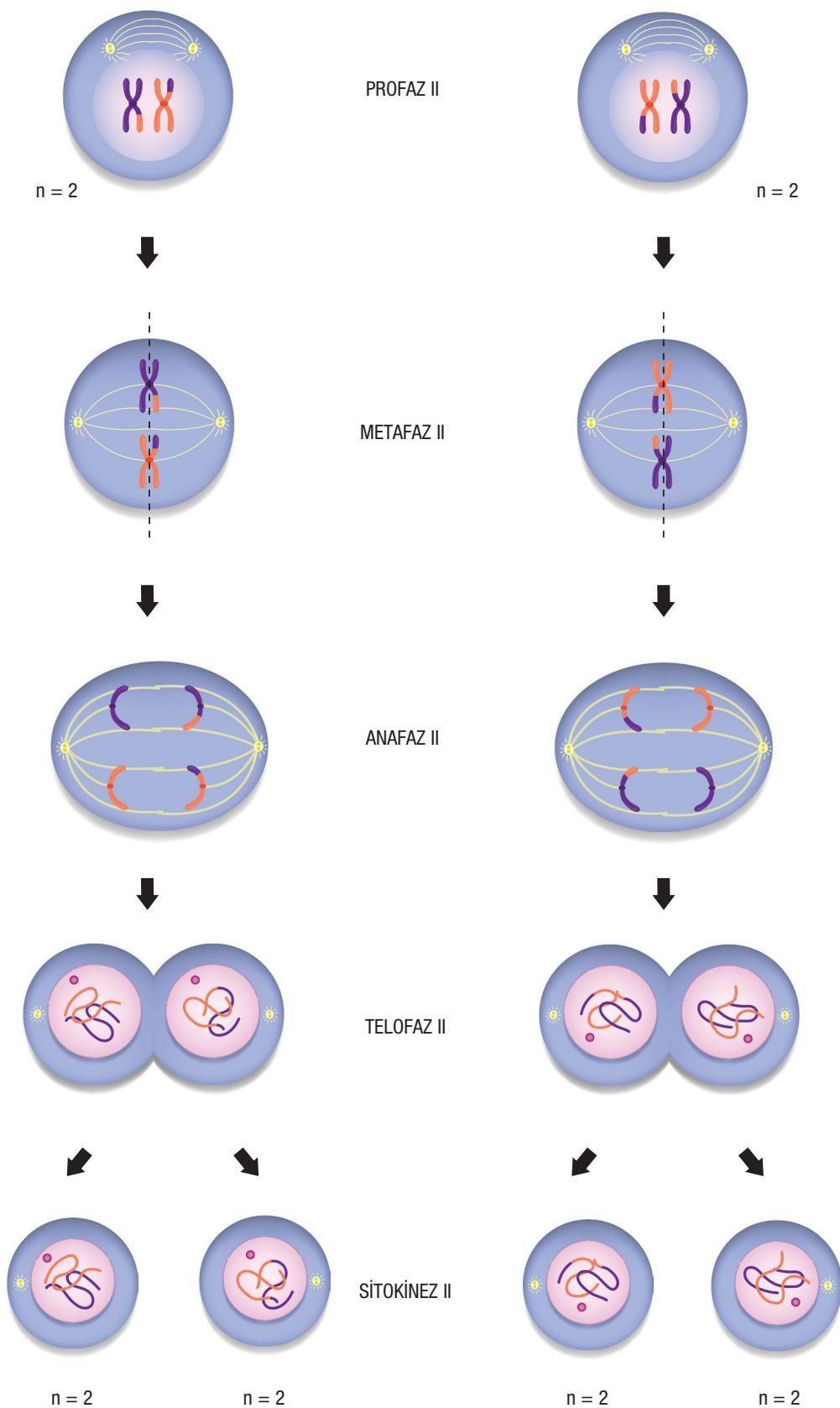
Görsel 1.42: Hayvan hüresinde telofaz II ve sitokinez II

ETKİNLİK 1.2

Mayoz

- Mayoz ile ilgili araştırma yapınız.
- Mayoz ile ilgili yaptığınız araştırma sonucunda elde ettiğiniz bilgileri elektronik bir sunu hazırlamak için kullanınız.
- Hazırladığınız sunuyu sınıfta arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

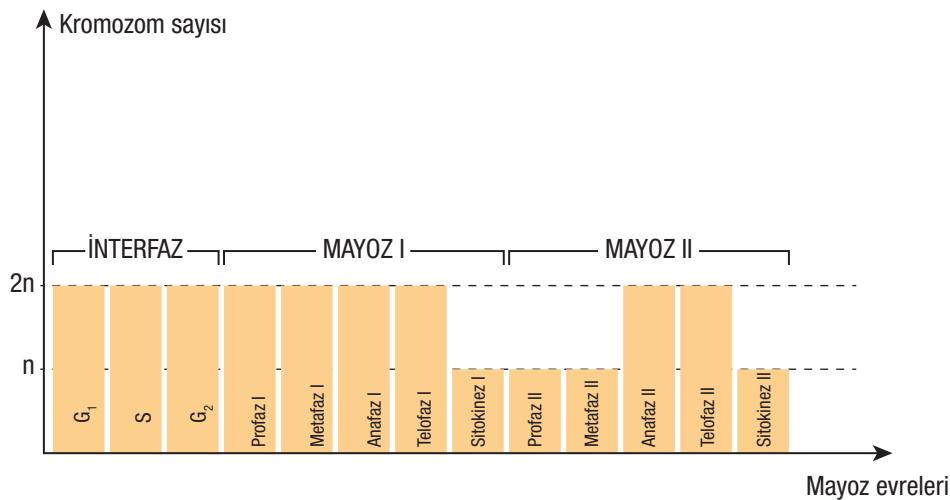
Hayvan hücresinin mayoz II evreleri bir arada gösterilmiştir (**Görsel 1.43**).



Görsel 1.43: Hayvan hücresinde Mayoz II evreleri

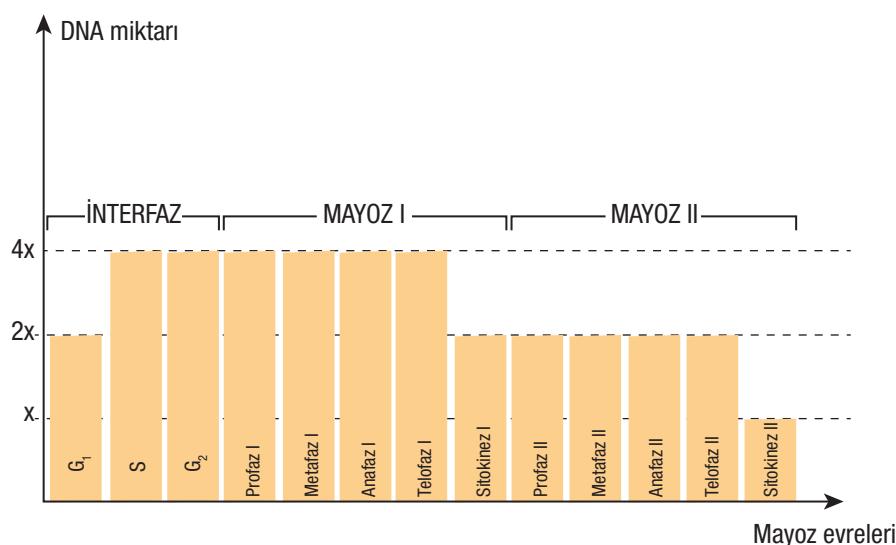
HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Mayoz I'de homolog kromozomlar ayrıldığından Sitokinez I'in tamamlanmasıyla kromozom sayısı yarıya düşer. Anafaz II'de zıt kutuplara gitmek üzere ayrılan kardeş kromatitler, kromozom kabul edildiğinden kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkar. Sitokinez II'de hücre bölündüğünden kromozom sayısı tekrar yarıya iner. Sitokinez II tamamlandığında haploit dört hücre oluşur. Hücrelerden her birinin kromozom sayısı, başlangıçtaki hücrenin kromozom sayısının yarısıdır (**Grafik 1.3**).



Grafik 1.3: Mayozda kromozom sayısı değişimi

İnterfaizda DNA eşlenir ve DNA miktarı iki katına çıkar. Mayoz I'de homolog kromozomlar ayrıldığından sitokinez I'in tamamlanmasıyla DNA miktarı yarıya düşer. Mayoz II'de kardeş kromatitler ayrılır. Bu yüzden sitokinez II'de DNA miktarı yarıya düşer. Böylece yeni hücreler bölünmeye giren ana hücrenin yarısı kadar DNA'ya sahip olur (**Grafik 1.4**).



Grafik 1.4: Mayozda DNA miktarı değişimi

Mitoz ve mayozda gerçekleşen benzer ve farklı olaylar vardır. Bu farklılıklardan bir kısmı **Tablo 1.1**'de benzerliklerin bir kısmı **Tablo 1.2**'de verilmiştir.

Tablo 1.1: Mitoz ve Mayoz Karşılaştırma Tablosu

| MİTOZ | MAYOZ |
|---|---|
| Ökaryot tek hücrelilerde, çok hücreli canlıların bir çok vücut hücresinde ve üreme ana hücrelerinde görülür. | Çok hücreli canlıların üreme ana hücrelerinde, bazı canlılarda spor üretiminde görülür. Bazı tek hücrelilerde de mayoz görülebilir. |
| Çok hücrelilerde oluşan hücreler genellikle büyümeye, gelişme ve doku onarımını sağlar. | Üreme hücrelerinin (gamet) oluşumunu sağlar. |
| Eşeysiz üremenin temel olayıdır. | Eşeyli üremenin temel olayıdır. |
| Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi bir kez gerçekleşir. | Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi iki kez gerçekleşir (mayoz I ve mayoz II). |
| Tetrat, sinapsis ve krossing over oluşumu görülmez. | Tetrat, sinapsis ve krossing over görülebilir. |
| Bölünme sonucu oluşan hücreler, birbirleriyle ve atasal hücreyle kalitsal olarak aynıdır (mutasyonlar hariç). | Bölünme sonucu oluşan hücreler, birbirlerinden ve atasal hücreden kalitsal olarak farklıdır. |
| Yeni hücrelerin kromozom sayısı ata hücreyle aynıdır (mutasyonlar hariç). | Yeni hücrelerin kromozom sayısı ata hücrenin yarısı kadardır (mutasyonlar hariç). |
| Oluşan hücreler tekrar bölünme geçirebilir. | Oluşan hücreler tekrar mayoz geçiremez. |

Tablo 1.2: Mitoz ve Mayozun Benzer Özellikleri

| Mitoz ve Mayozun Ortak Özellikleri |
|--|
| Bölünme başlamadan önce interfaz gerçekleşir. |
| İnterfazda DNA replikasyonu gerçekleşir. |
| Kontrol noktaları vardır. |
| Karyokinez ve sitokinez gerçekleşir. |
| İğ iplikleri kromozomların kinetokorlarına bağlanır. |
| Kardeş kromatitler ayrılır. (mitoz ve mayoz II'de) |
| Hücre sayısı artar. |

Örnek: $2n=90$ kromozomlu bir kirpi akciğer hücresinin ard arda 2 mitoz geçirmesi ve üreme ana hücresinin mayoz geçirmesi ile oluşacak hücre sayısı ve kromozom sayılarını yazınız.

Çözüm: $2n=90$ kromozomlu hücrenin 2 mitoz geçirmesi ile oluşan hücre sayısı 2^n formülü ile bulunur.

$2^3 = 8$ hücre oluşur. Mitozla oluşan hücrelerin kromozom sayısı ana hücre ile aynı olduğundan kromozom sayısı 90'dır.

$2n=90$ kromozomlu üreme ana hücresi mayoz geçirdiğinde kromozom sayısı yarıya iner ve 45 kromozomlu 4 yavru hücre oluşur.

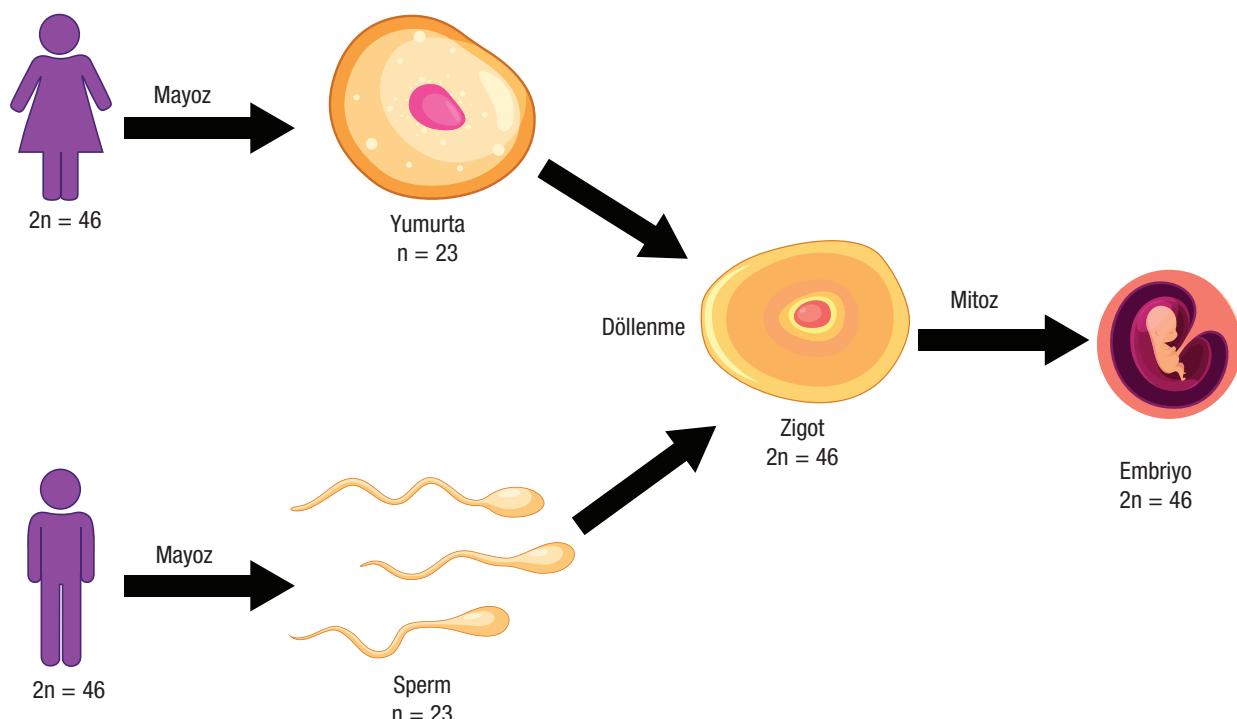
1.2.2. EŞEYLİ ÜREME

Eşeyli üreme, genellikle aynı türe ait iki farklı cinsiyetten bireyin mayoz bölünme ile oluşturdukları üreme hücrelerinin döllenmesi sonucu yeni bir bireyin meydana geldiği üreme şeklidir (**Görsel 1.44**).

Eşeyli üreyen canlılarda üreme, mayoz ve döllenmenin birbirini takip etmesi ile gerçekleşir (**Görsel 1.45**). Mayoz ile canlıların üreme organlarında (dişilerde yumurtalık ve erkeklerde testis) diploit (2n) üreme ana hücrelerinden haploit (n) üreme hücreleri, diğer bir adıyla gametler (dişilerde yumurta ve erkeklerde sperm) meydana getirilir. Meydana gelen gametler canlı türüne göre farklı yollarla döllenir ve zigot (2n) adı verilen diploit hücre meydana gelir. Zigoğın bölünmeler geçirerek hücre sayısını artırması ve farklılaşması yeni bireyin oluşumunu gerçekleştirir.



Görsel 1.44: Eşeyli üreyen canlılarda ata canlıları ve yavrular birbirlerinden farklıdır.



Görsel 1.45: İnsanda eşeyli üreme döngüsü

Dişi ve erkek bireyler farklı genetik ve fizyolojik yapıya sahiptir. Hayvanlar âleminde yer alan canlıların çoğu, bitkiler âleminin de belirli bir kısmı tek cinsiyet taşıyan bireylerden oluşur. Bu canlılar dişi veya erkek üreme hücrelerinden sadece birini üretebilir. Bazı omurgasız hayvanlar ve çiçekli bitkilerin çoğunda

ise bireyler her iki cinsiyet özelliklerini gösterebilir. Bu canlılar, vücutlarında hem dişî hem de erkek üreme hücrelerini oluşturabilir. Bu duruma **hermafrodit (erselik)** adı verilir.

Toprak solucanı, yassı solucan (tenya), salyangoz, karaciğer kelebeği, istiridye, bazı sünger türleri, bazı sölenter türleri (hidra) ve çiçekli bitkilerin büyük bir kısmı hermafrodit canlılara örnektir (**Görsel 1.46**).



a



b

Görsel 1.46: Hermafrodit canlı örnekleri

- a) Karaciğer kelebeğinin mikroskopik görüntüsü (x100 oranında büyütülmüştür).
- b) Salyangoz

Hermafrodit canlılardan bazıları, iki üreme hücresini oluşturabilse bile kendi kendine döllenme gerçekleştirmez. Omurgasız canlıların çoğunda hayatlarının belli dönemi dişî, belli dönemi erkek üreme hücresinin oluşmasına elverişlidir. Bu yüzden aynı türün başka bir bireyi ile döllenmeye katılabilir. Böylece tür içi çeşitlilik olasılığı artar. Çiçekli bitkilerde ise kendi kendine döllenmeyi engelleyen mekanizmalar gelişmiştir.

Bitkiler âleminin tohumlu bitkiler grubundaki çoğu bitkide eşeyli üreme görülür. Çiçek kapalı tohumlu bitkilerin üreme organıdır. Çiçeklerin büyük çoğunluğunda erkek ve dişî organ birlikte bulunur (hermafrodit). Gül ve elma bitkilerinin çiçekleri hermafroditdir. Bazı çiçekler tek eşeylidir. Tek eşeyli olan çiçeklerde sadece erkek organ bulunuyorsa erkek çiçek, sadece dişî organ bulunuyorsa dişî çiçek denir. İncir ve dut tek eşeyli bitkilere örnektir. Açık tohumlu bitkilerde ise erkek ve dişî organlar kozalaklarda bulunur.

Eşeyli üremede kalitsal çeşitliliğin ortaya çıkmasını sağlayan üç temel neden vardır:

- Kromozomların mayozun anafaz I evresinde hücrelere rastgele dağılması,
- Mayoz sırasında parça değişimi (krossing over) gerçekleşmesi,
- Mayoz sonucunda oluşan gametlerin rastgele döllenmesi.

► Bilgi Kutusu

Ortalama ömrü dokuz yıl olan hermafrodit dev Afrika kara salyangozunun (*Achatina fulica*) üreme üretkenliği yaşamı boyunca devam eder. Bir yıl içinde 1.200 yumurta bıraktığı için tek bir salyangoz bütün bir tarım arazisinin işgali için yeterlidir. Salyangoz, ekili arazide ne bulursa tükettiği için zararı çok büyütür.



OKUMA PARÇASI**Hasarlı Genler Hasta Eder!**

Canlılarda genetik bilgilerin büyük bir kısmı çekirdek DNA'sı tarafından kodlanır. Genetik bilgilerimiz, fizikal yapımızı ve kişiliğimizi belirler. Genler, DNA'nın bir parçasıdır ve kromozomların içinde yer alır. Genler çift olarak bulunur. Yarısı anneden yarısı ise babadan gelir. Bazen bu genler tam veya kısmi farklılık göstererek yani mutasyona uğrayarak hasarlı hâle gelir, o zaman da işlevlerini kaybeder ve görevlerini yapamazlar. Herhangi bir gen düzgün çalışmayınca normalde kodlaması gereken proteini ya hiç kodlamaz ya da kodlasa bile proteinin yapısı normal olmaz. Buna bağlı olarak vücutta çeşitli genetik bozukluklar ve hastalıklar meydana gelir. Genlerde ve kromozomlarda görülen anomaliler sonucu ortaya çıkan bazı genetik hastalıklar kalitsaldır, bazları ise birtakım çevresel ve kimyasal faktörler nedeniyle sonradan edinilir. Temel genetik materyalimiz olan çekirdek DNA'sından bağımsız olarak canlı genomunda bir de mitokondriyal DNA (mtDNA) bulunur. mtDNA yalnızca temel hücre işlevlerini yönetir ve hücresel enerjinin üretim merkezidir. İhtiyacı olan proteinlerin çoğu çekirdek DNA'sı tarafından kodlanan mitokondri, 16.569 baz çiftinden oluşur ve yaklaşık 20 bin insan geninden sadece 37'sini taşıır. Geri kalan DNA'lar hücrenin çekirdeğinde bulunur. mtDNA maternaldır yani anneden gelir. Annenin yumurta hücresinde binlerce mitokondri bulunur ve her birinin kendi DNA'sı vardır. mtDNA mutasyona uğradığında hasarlı hâle gelen mitokondri genomu anneden çocuklara geçer ve tedavisi mümkün olmayan, çoğu ölümcül, çok ciddi mitokondriyal genetik hastalıkların ortaya çıkmasına neden olur. Kas zayıflığı, anemi, hipertansiyon, çoklu organ yetmezliği, kalp, karaciğer, solunum, sindirim ve metabolizma rahatsızlıklarını, yenidoğan ölümleri, körlük, sağırlık, unutkanlık, zekâ geriliği, nörodegeneratif hastalıklar ve bazı kanser türleri hasarlı mitokondriyal DNA nedeniyle oluşur. Günümüzde yaklaşık 250 mitokondriyal hastalığının anneden çocuğa aktarıldığı ve bunlardan 50 kadarının da yenidoğan ölümlerine neden olduğu biliniyor. Her 6.500 bebekten 1'i mitokondriyal hastalıkla doğuyor.

**Gen Tedavisi**

Kalitsal ve sonradan edinilmiş genetik hastalıkların tedavisinde ve gelecek nesillere aktarılmasının önlenmesinde uygulanan yöntemlerle bir kişinin genlerinin ifadesi değiştirilebilir. Yani hastanın belli hücrelerinde, dokularında ve organlarında ilgili hastalığı tedavi etmeye yönelik genetik bir değişiklik yapılır. Bunun için ya hatalı genlerin işlevleri yeniden düzenlenir ya da gen aktarımı yoluyla hatalı genler sağlıklı olanlarla değiştirilir.

Gen tedavileri üreme (tohum) ya da vücut (somatik) hücrelerine uygulanır. Üreme hücreleri olan gamette (sperm ve yumurta), zigotta (döllenme sonucu oluşan diploit hücre) ve erken dönem embriyoda (Zigot art arda mitoz bölünür ve hücre sayısı artar.) yapılan genetik değişiklikler kalıcıdır ve gelecek kuşaklara aktarılır; bu nedenle bu tedavi yöntemi çoğu ülkede yasak. (...) Somatik hücre gen tedavisinde ise hastanın belli hücrelerinde veya dokularında ilgili hastalığı düzelticek şekilde genetik değişiklik yapılıyor. Değişikliğe uğrayan genom gelecek kuşaklara aktarılmıyor. Gen tedavisi çoğunlukla tek gen bozukluğunun neden olduğu kardiyovasküler hastalıkların ve kanser hastalıklarının tedavisinde uygulanıyor. Gen aktarımında viral veya viral olmayan vektörler (taşıyıcılar) kullanılıyor. Tedavi edici genlerin hücrelere yeterli dozlarda aktarılması, sadece hastalıklı hücreleri hedef alması ve vücut tarafından kontrol edilip korunabilmesi, gen tedavisi yöntemlerinin biyogüvenliği ve uygulanabilirliği açısından hayli önemli sayılan hususlar. (...)

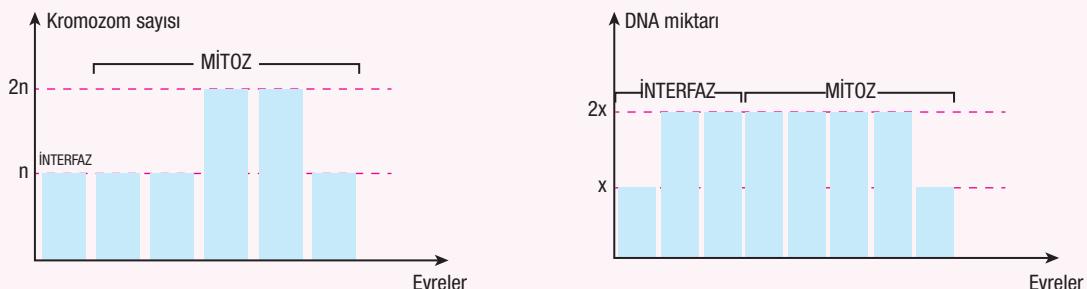
Bilim ve Teknik, (2015, Ocak), Sayı 566, s. 58-63.

(Kısaltılmıştır.)

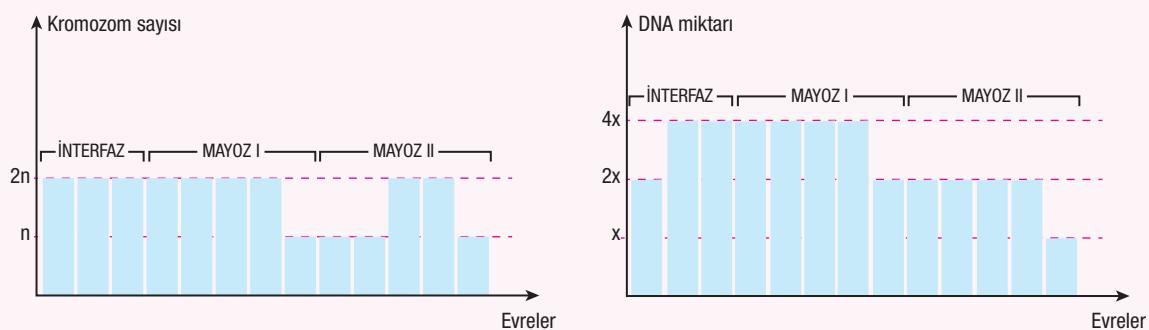
ETKİNLİK
1.3

Aşağıda verilen mitoz ve mayoz ile ilgili grafikleri inceleyiniz ve soruları çözünüz.

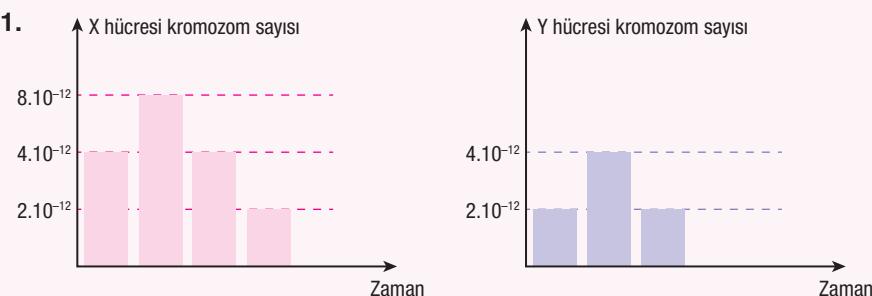
Mitozda Kromozom Sayısındaki ve DNA Miktarındaki Değişimi Gösteren Grafikler



Mayozda Kromozom Sayısındaki ve DNA Miktarındaki Değişimi Gösteren Grafikler

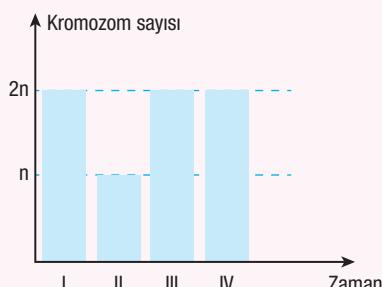

Sorular

1.



X ve Y hücrelerinin DNA miktarındaki değişimler yukarıdaki grafiklerde gösterilmiştir. Buna göre X ve Y hücrelerinin geçirmiş olduğu bölünme nedir?

2.



2n kromozomlu bir hücrenin kromozom sayısındaki değişimleri gösteren grafik yandaki gibidir. Buna göre grafikteki hangi bölüm mayoza aittir?

Cevaplar

1 .X : Mayoz Y : Mitoz 2. II

1. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıda verilen ifadeleri dikkatlice okuyunuz. İfade doğru ise “D”yi, yanlış ise “Y”yi işaretleyiniz. Yanlış olan ifadelerin doğrusunu yanındaki kutucuğa yazınız.

| | D | Y | DOĞRUSU |
|---|---|---|---------|
| 1. Mitoz çok hücreli canlıların tümünde üremeyi sağlar. | | | |
| 2. Kanser hücreleri hücre döngüsünün kontrolünün bozulmasıyla oluşur. | | | |
| 3. Vejetatif üremede oluşan bireyler, kalıtsal olarak ana canlıdan farklıdır. | | | |
| 4. Mitozda homolog kromozomlar ayrılır. | | | |
| 5. Mayoz sonucunda 4 haploit hücre oluşur. | | | |
| 6. Eşeyli üremenin temeli mitozdur. | | | |
| 7. Eseysiz üreme çeşitlerinden tomurcuklanma, bitkilerde en fazla görülen üreme şeklidir. | | | |
| 8. Interfaz evresi mitoz ve mayozda görülen bölünmeye hazırlık evresidir. | | | |
| 9. Bitki hücrelerinde sitoplazma bölünmesi boğumlanma ile gerçekleşir. | | | |
| 10. Tetrat ve sinapsis, mayozun profaz I safhasında görülür. | | | |

B. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları doğru ifadeleri kullanarak tamamlayınız.

döllenme

interfaz

genom

sentromer

hermafrodit

eşeysiz

krossing over

interfaz

rejenerasyon

mitotik evre

mayoz

mitoz

Partenogenez

- bölünme tek hücreli canlılarda üremeyi sağlar.
- Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasındaki gen alışverişine adı verilir.
- Eşeyli üremenin temeli ve olaylarının art arda gerçekleşmesidir.
- Vücutlarında hem erkek hem de dişi üreme hücrelerini oluşturabilecek yapıları bulunduran bireyler bireylerdir.
- Kromozomu oluşturan kardeş kromatitleri bir arada tutan yoğunlaşmış kromozom bölgesine denir.
- Bir canlı hücrede bulunan genetik bilgiyi içeren DNA molekülünün tamamına adı verilir.
- Canlılarda gelişmişlik düzeyi arttıkça yeteneği azalır.
- Hücre döngüsü ve olmak üzere iki evrede gerçekleşir.
- üremede düşük de olsa kalitsal çeşitlilik vardır.
- Hücre bölünmesinde DNA molekülünün kendini eşlediği evre evresidir.

C. Aşağıda verilen soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

- Mayozun kromozom sayısının nesiller boyu sabit kalması üzerindeki etkisini belirtiniz.

.....

.....

.....

- Hücre bölünmesinin nedenlerini yazınız.

.....

.....

.....

- Çevrenizde yaşayan canlılardan eşeysiz üremeye örnek veriniz.

.....

.....

.....

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

4. İnsanda sinir, kas, gözde bulunan retina hücreleri gibi hücrelerin bölünme yeteneklerini kaybetmelerinin nedeni ne olabilir? Bu durumun canlı üzerindeki avantaj ve dezavantajlarını yazınız.

.....
.....
.....

5. Kanserli hücrelerin oluşmasına neden olan etmenleri ve bu etmenlerden korunma yollarını araştırınız.

.....
.....
.....

6. Muz gibi yüksek yapılı bitkiler sadece vejetatif olarak ürer. Bunun nedenini yazınız.

.....
.....
.....

7. Mitoz ile mayoz II evresinin temelde aynı kabul edilmesinin nedeni nedir?

.....
.....
.....

8. Bir türün tüm bireyleri arasındaki tür içi biyolojik çeşitliliğe neden olan etmenler nelerdir?

.....
.....
.....

9. Hücrelerin belirli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra bölünmesinin nedeni nedir? Aşağıya yazınız.

.....
.....
.....

10. Mitoz sırasında iğ ipliklerinin görevleri nelerdir? Yazınız.

.....
.....
.....

11. $2n=16$ kromozomlu bir hücre art arda 5 mitoz geçirdiğinde

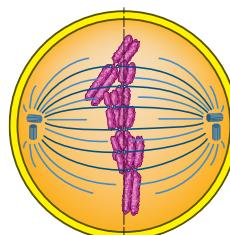
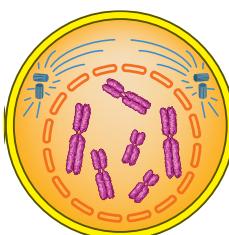
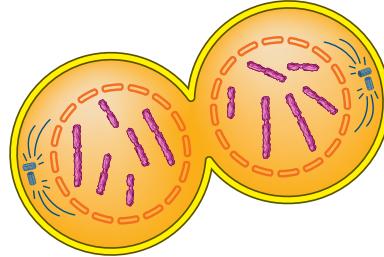
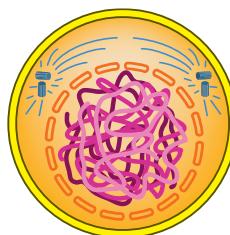
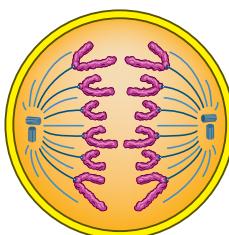
a. Oluşacak hücre sayısı kaçtır?

.....
.....
.....

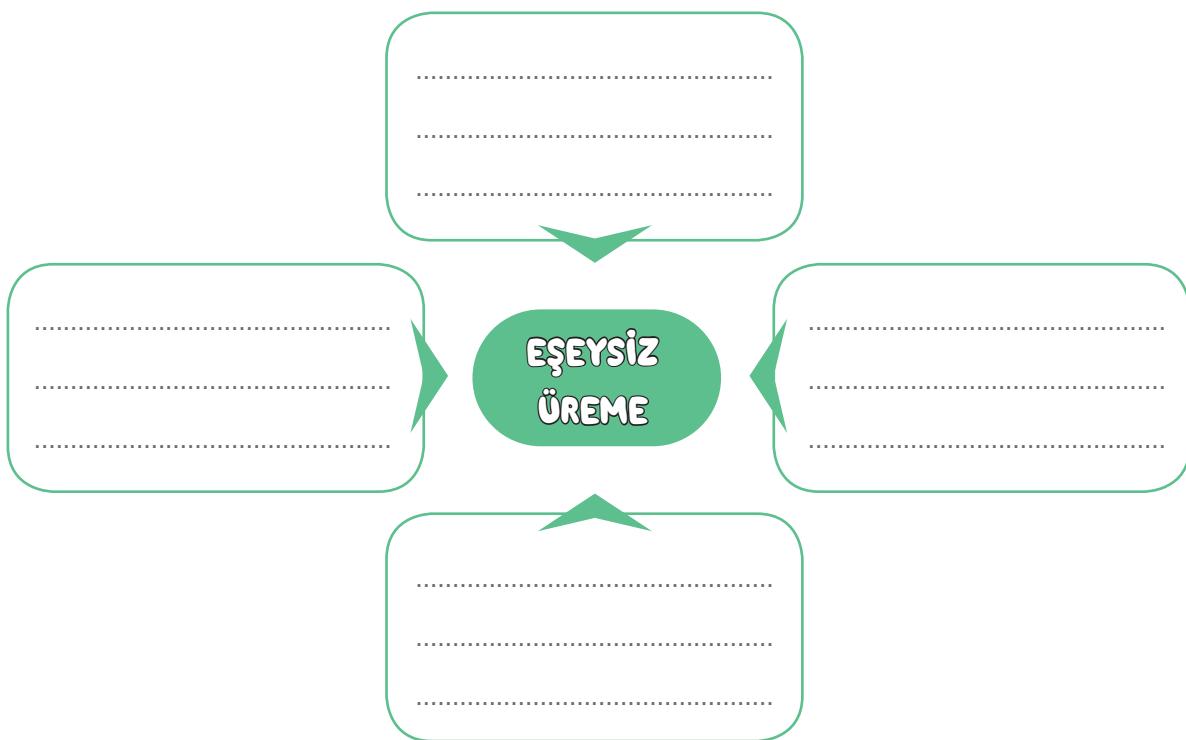
b. Oluşacak hücrelerin kromozom sayısı kaçtır?

.....
.....
.....

12. Aşağıda verilen rastgele sıralanmış mitoz evrelerini, altlarına numaralar yazarak doğru şekilde sıralayınız.



13. Eşeysız üreme çeşitleri ile ilgili bir kavram haritası oluşturmak için aşağıdaki boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.



HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Ç. Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. İnterfaz evresindeki bir hücrede;

- I. kromozom sayısında artma,
- II. DNA miktarında değişim,
- III. gen çeşidinde değişim

durumlarından hangileri gerçekleşir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

2. I. Bütün canlılarda hücre bölünmesi görülür.

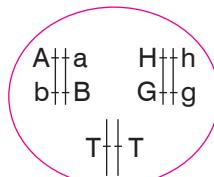
II. Bütün canlılarda kromozomlar çiftler hâlindedir.

III. Bütün canlılarda hücre bölünmesi sırasında sentromer ayrılır.

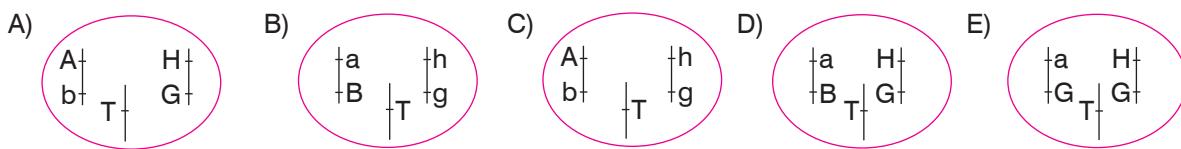
Numaralandırılmış yargılardan hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

3.



Yukarıda kromozom şeması verilen hücrenin mayoz geçirmesiyle aşağıda verilen hücrelerden hangisi oluşamaz?



4. Mitoz sonucu oluşan iki yavru hücrede;

- I. kromozom sayısı,
- II. gen sayısı,
- III. sitoplazma miktarı,
- IV. organel sayısı

durumlarından hangilerinde farklılık olması beklenmez?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

5. I. Hücrenin kalitsal yapısı

II. Çevreden gelen kimyasallar

III. Radyoaktif ışınlar

Yukarıda verilenlerden hangilerinin kanser oluşumuna etkisi vardır?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

6. I. Kardeş kromatitlerin ayrılması
 II. Protein sentezi
 III. DNA'nın eşlenmesi

Yukarıda verilenlerden hangileri interfaz evresinde gerçekleşmez?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

7. Mitoz ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

- A) Sadece haploit (n) hücrelerde görülür.
 B) Mitoz sonucunda kromozom sayısı yarıya iner.
 C) Sadece diploit ($2n$) hücrelerde görülür.
 D) Mitoz sonucunda dört yavru hücre oluşur.
 E) Oluşan yavru hücreler ata hücreyle aynı kalıtsal yapıya sahiptir.

8. Aşağıdakilerden hangisi hücreler belirli bir büyülükle ulaştıklarında gerçekleşen olaylardandır?

- A) Çekirdeğin etki alanı kısıtlı olduğundan hücre yönetimi zorlaşır.
 B) Hücre zarından geçen maddeler hücreye fazla gelmeye başlar.
 C) Hücre daha fazla büyümemek için hücre zarından madde geçişini minimuma indirir.
 D) Metabolizma hızlanır.
 E) Çekirdek sayısı çoğaltılarak hücre yönetimi kolaylaştırılır.

9. Mitoz sırasında gerçekleşen;

- I. kromozomların ekvatoral düzleme yerleşmesi,
 II. kardeş kromatitlerin zıt kutuplara çekilmesi,
 III. kromatin iplığının yoğunlaşarak kromozom hâlini alması,
 IV. iğ ipliklerinin kromozomlara tutunması,
 V. çekirdek zarının yeniden oluşması

olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) III-I-II-IV-V B) I-III-IV-V-II C) III-IV-I-II-V
 D) I-II-IV-III-V E) II-I-IV-III-V

10. Aşağıdaki canlılardan hangisinde tomurcuklanma ile üreme görülür?

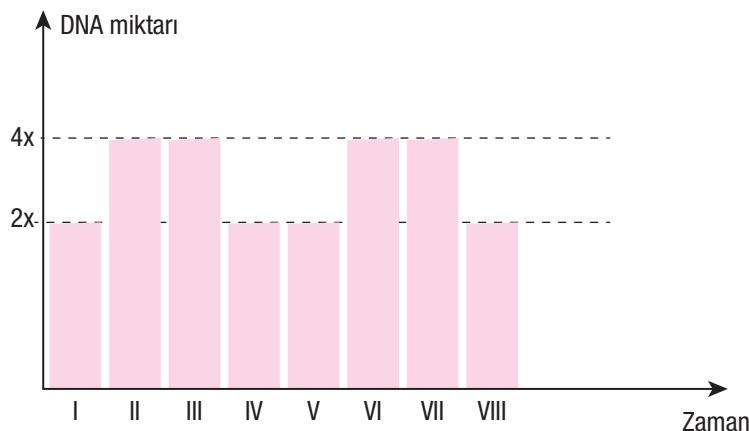
- A) Paramesyum B) Amip C) Öglena
 D) Hidra E) Gelişmiş yapılı bitki

11. Aşağıda verilen olaylardan hangisi rejenerasyonla üremeye örnektir?

- A) İnsanda yaralanan dokunun iyileşmesi
 B) Yılanın deri değiştirmesi
 C) Denizyıldızının kopan parçasından yeni bir denizyıldızı oluşması
 D) Yenegenin kopan çenesini yenilemesi
 E) Kertenkelenin kopan kuyruğunun yenilenmesi

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

12. Diploit bir hücrenin yaşam döngüsünde DNA miktarının zamana bağlı değişimi aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Bu grafikle ilgili aşağıdaki çıkarımlardan hangisi yanlıştır?

- A) Hücre iki bölünme geçirmiştir.
- B) Hücrenin gerçekleştirdiği olay mitozdur.
- C) II ve VI. evreler DNA eşlenmesinin gerçekleştiği interfaz evresidir.
- D) VIII. evrede kromozom sayısı yarıya iner.
- E) IV ve VIII. evreler sitoplazma bölünmesinin gerçekleştiği sitokinezdir.

13. I. Vejetatif üreme ile bitkiler daha hızlı ürer.

- II. Kalitsal çeşitlilik görülmez.
- III. Çoğaltılması istenen özellikler yeni bireylere aktarılmış olur.

Yukarıda verilen vejetatif üreme ile ilgili yargılardan hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

14. Aşağıdaki olaylardan hangisinin gerçekleşmesi canlılarda kalitsal çeşitliliğe neden olmaz?

- A) Üreme hücrelerinin mayoz ile oluşması
- B) Mayoz esnasında parça değişimi (crossing over) gerçekleşmesi
- C) Üreme hücrelerinin rastgele döllenmesi
- D) Mayozda homolog kromozomların yeni hücrelere rastgele dağıtılması
- E) Mitozda kardeş kromatitlerin hücrenin zıt kutularına çekilmesi

15. Mayoz ile ilgili aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?

- A) Mayoz sonucunda oluşan hücreler genetik olarak birbirinin aynısıdır.
- B) Mayoz sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayıları ana hücrenin yarısı kadardır.
- C) Mayoz ve döllenme ile eşyeli üremede kromozom sayısı nesiller boyu sabit kalır.
- D) Mayoz sonucunda dört hücre oluşur.
- E) Mayoz ile oluşan hücreler gamet olarak adlandırılır.

16. Aşağıda verilenlerden hangisi mitoz ve mayoz için ortaktır?

- A) İki yeni hücre oluşması
- B) Homolog kromozomların ayrılması
- C) Sitoplazma bölünmesinin gerçekleşmesi
- D) Tetrat ve sinapsis görülmesi
- E) Parça değişimi gözlenmesi

17. Ökaryot bir hücrede mayoz sırasında;

- Tetrat oluşumu,
- Kardeş kromatitlerin ayrılması

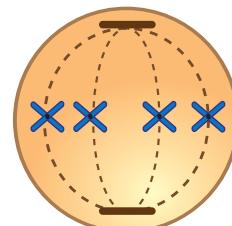
olaylarının gerçekleştiği evreler aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- | <u>I</u> | <u>II</u> |
|--------------|-----------|
| A) Profaz II | Anafaz I |
| B) Profaz I | Anafaz I |
| C) Profaz I | Anafaz II |
| D) Metafaz I | Anafaz I |
| E) Metafaz I | Anafaz II |

18. Diploit bir hücrenin mayoz geçirken görüntülenen şekli yanda verilmiştir.

Şekle göre hücre ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlışdır?

- A) Bölünme geçiren diploit hücrenin kromozom sayısı 8'dir.
- B) Şekildeki hücrede 8 kromatit vardır.
- C) Mayoz geçiren hücrenin profaz I evresinde oluşturduğu tetrat sayısı 4'tür.
- D) Şekildeki hücre, mayozun metafaz I evresindedir.
- E) Mayoz sonucunda bu hücreden 4 tane 4 kromozomlu hücre oluşur.



19. Bitkilerde gözlenen;

- I. tozlaşma,
- II. polen oluşumu,
- III. patates gövdesindeki gözden yeni bitki oluşumu,
- IV. elma çekirdeğinden yeni bitki oluşumu

olaylarından hangileri eşeyli üremeyeyle gerçekleştirilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I, II ve III
- D) I, II ve IV
- E) II, III ve IV

20. Canlılarda görülen aşağıdaki olaylardan hangisi eşeyli ve eşeysız üremede ortaktır?

- A) Canlıların özelliklerinin yeni nesillere aktarılması
- B) Kromozom sayısının yarıya inmesi
- C) Döllenmenin olması
- D) Kalitsal çeşitliliğin oluşması
- E) Mayoz gerçekleşmesi

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

21. Aşağıdakilerden hangisi bölünme geçiren hücrenin bir bitkiye ait olduğunu gösterir?

- A) Kromozomların ekvatoral düzleme dizilmesi
- B) İğ ipliği oluşturma
- C) Ara lamel oluşturma
- D) Çekirdek zarının kaybolması
- E) İğ ipliklerinin kromozomların sentromerlerine bağlanması

22. Hücre döngüsünün interfaz evresinde aşağıda verilen olaylardan hangisi gerçekleşmez?

- A) ATP üretim ve tüketimi
- B) Protein sentezi
- C) DNA eşlenmesi
- D) Metabolizmanın yavaşlaması
- E) Hücrenin büyümesi

23. Mayozda görülen;

- I. iğ ipliklerinin oluşumu,
- II. tetrat ve sinapsisin gözlenmesi,
- III. kardeş olmayan kromatitler arası parça değişimi,
- IV. kromozomların iğ ipliklerine tutunması

olaylarının gözlendiği evre aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Profaz I
- B) Profaz II
- C) Metafaz I
- D) Anafaz II
- E) Metafaz II

24. Canlılarda gerçekleşen;

- I. mayoz bölünme,
- II. homolog kromozomların rastgele dizilmesi,
- III. kardeş kromatitlerin ayrılması,
- IV. homolog kromozomlar arasında parça değişimi

durumlarından hangileri kalıtsal çeşitliliğe yol açar?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I, II ve III
- D) I, II ve IV
- E) II, III ve IV

25. Aşağıda verilen olaylardan hangileri sadece mayozda gerçekleşir?

- A) Kardeş kromatitlerin ayrılması
- B) Homolog kromozomların ayrılması
- C) Çekirdek bölünmesi
- D) Sitoplazma bölünmesi
- E) DNA eşlenmesi



2. ÜNİTE



İŞLENİŞ



ÖZET

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

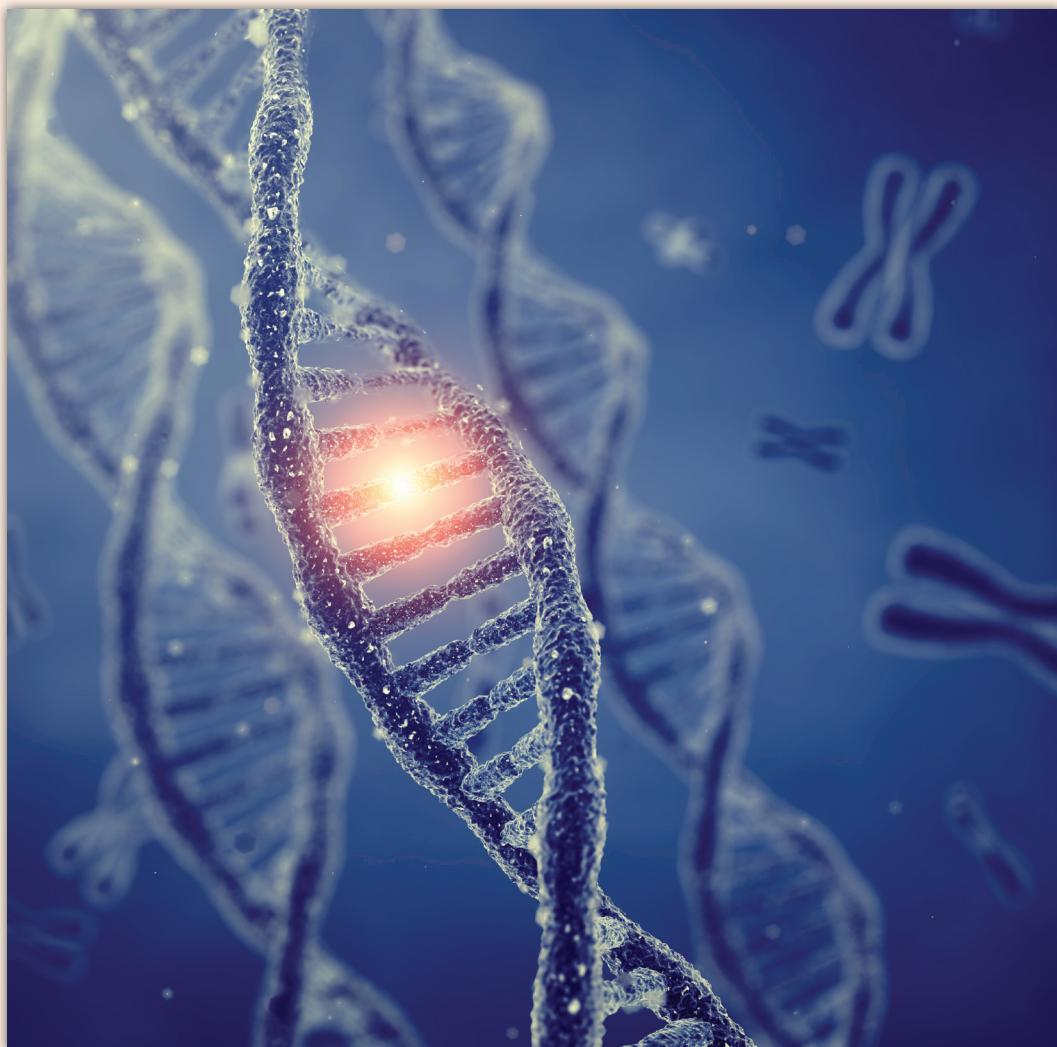
Bu ünitede;

- Kalitimin genel esasları ve Mendel ilkelerini,
- Monohibrit, dihibrit ve kontrol çaprazlamalarını,
- Eş baskınlık ve çok alelliilik kavramlarını,
- Eşeye bağlı kalıtılan hemofili ve kısmi renk körlüğü hastalıklarını,
- Eşeye bağlı kalıtımın Y kromozomunda görüldüğünü,
- Soyağacı yorumlamayı,
- Akraba evlilikleri ile kalıtsal hastalıkların ilişkisini,
- Varyasyon kaynaklarını,
- Biyolojik çeşitliliğin kalıtsal temellerini öğreneceksiniz.

Genetik ile ilgili temel kavramları ögrendiğinizde kendi yaşantınızla ilgili yorum yapabilirsiniz. Günümüzde yaşanan teknolojik gelişmeler ile anne ve babamızdan almış olduğumuz kalıtsal materyalin vücutumuzda hangi durumlara yön verdiği sorusunun cevabı oluşturulmaya çalışmaktadır. Bu konudaki temel bilgileriniz aklınızdaki soruların birçoğuna cevap bulmanızda size yol gösterici olacaktır.

1. BÖLÜM

KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK



Anahtar Kavramlar

| | | |
|----------------------|-------------|----------------|
| Alel | Genotip | Punnett karesi |
| Biyolojik çeşitlilik | Gonozom | Rekombinasyon |
| Dihibrit | Hemofili | Renk körlüğü |
| Dominant | Heterozigot | Resesif |
| Eş baskınlık | Homozigot | Soyağacı |
| Eşeye bağlı kalıtım | Monohibrit | Varyasyon |
| Fenotip | Mutasyon | |
| Gen | Otozom | |

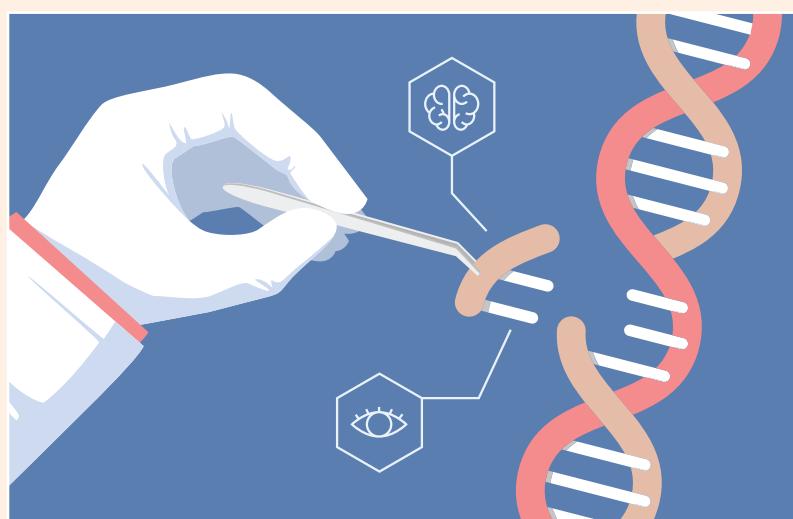
ABD'de İnsan Embriolarına İlk CRISPR Uygulaması

Tartışmalı gen değiştirme tekniği CRISPR, ABD'de ilk defa insan embrioları üzerinde denendi. CRISPR insan embrioları üzerinde birkaç defa Çin'de denenmişti. CRISPR-Cas9 sistemi, kısa adıyla CRISPR, genetik kodun belirli kısımlarının hedeflenerek DNA'da istenen değişikliklerin yapılmasını sağlayan bir teknik. Bu teknik canlı hücrelerde ve organizmalarda genlerin kalıcı olarak değiştirilmesine imkân tanıyor. Bu yüzden de gelecekte genomun istenen konumlarındaki mutasyonları düzelterek genetik hastalıkları tedavi etmekte kullanılabileceği düşünülüyor. Ancak CRISPR istenmeyen mutasyonlar oluşturma riski yüzünden büyük tartışmalara da yol açtı. Özellikle insan embriolarında kullanımıyla ilgili etik tartışmalar sürüyor. ABD'de CRISPR'nin insan embrioları üzerinde deneneceği araştırmalar prensip olarak kamu fonlarıyla desteklenmiyor ancak özel fon bulabilen araştırmacıların sadece araştırma amacıyla insan embrioları üzerinde CRISPR çalışmaları yapmasına izin veriliyor. ABD'de bu konuda yapılan ilk çalışmada Oregon Sağlık ve Bilim Üniversitesinden Shoukhrat Mitalipov (Şokrat Mitalipof) ve ekibi CRISPR kullanarak kalp duvarının kalınlaşmasına neden olan genetik bir mutasyonu düzeltmeyi hedefledi. Bu genetik bozukluk kalp yetmezliğine neden olabiliyor. Hatta görünürde sağlıklı pek çok genç atletin ani ölümünün arkasında bu bozukluk yatar. Araştırmada bu mutasyonu taşıyan bir erkek gönüllüden alınan sperm ile bağışlanmış yumurta hücreleri döllenerek embriolar oluşturuldu. Daha önceki benzer deneylerden farklı olarak CRISPR-Cas9 düzeneği yumurta hücreleri döllenmekteyken enjekte edildi. Araştırmacılar bunun mozaiklik sorununu engellediğini belirtiyor. Mozaiklik, embriyonun bazı hücrelerinde istenen değişiklik yapılırken bazı hücrelerinde sorunlu genin varlığını sürdürmesi durumunu ifade ediyor. Mitalipov ve ekibi embriolarda istenmeyen genetik değişiklikler oluştuğuna ilişkin bulgulara rastlamadı. Ancak bu durum tekninin güvenliğiyle ilgili tartışmalara son vermiş değil. Örneğin çalışmada yer almayan, İsveç'teki Karolinska Enstitüsünde görevli Fredrik Lanner (Fredrik Lanır), araştırmacılar ayrıntılı incelemeler yapmış olsa bile tekninin tek tek incelemediği genler üzerinde istenmeyen değişikliklere yol açmadığından emin olunamayacağı görüşünde. (...)

Bilim ve Teknik, (2017, Eylül), Sayı 598, s. 7.

(Kısaltılmıştır.)

- Çeşitli teknikler kullanılarak canlıların genetiği değiştirilebilir mi?
- Bir canlının genetiği değiştirilerek ne gibi avantajlar sağlanabilir?
- İnsanların genetikinin değiştirilmesi evrim açısından bakıldığında hangi sonuçları doğurabilir?



2.1. MENDEL İLKELERİ

Ailenizde yer alan bireylere baktığınızda her bireyin kendine ait özellikleri olduğu gibi birbirine benzer özelliklerinin bulunduğuunu da görebilirsiniz.

Aslında bu soru tarih boyunca birçok bilim insanının aklına gelmiştir. Her bilim insanı bulunduğu zamanın şartlarına göre kendi bilgileri doğrultusunda farklı yorumlarda bulunmuştur. Modern genetigin temeli atılana kadar yaygın olarak kabul edilen görüş karışım hipotezidir. Bu hipoteze göre bir canlinın özellikleri, o canlinın anne ve babasının özelliklerinin karışımı ile ortaya çıkmaktadır. Örneğin uzun boylu bir bitki ile kısa boylu bir bitkinin tozlaşmasıyla orta boylu bir bitkinin oluşacağı görüşü hâkimdi.



Görsel 2.1: Johann Gregor Mendel'in (1822-1884) temsilî resmi

Modern genetik, 19. yy. da Avusturyalı bir ailenin rahip olan çocuğu Johann Gregor Mendel'in (Yohan Gregor Mendel) (1822-1884) (**Görsel 2.1**) yaptığı çalışmalar sonucunda ilerlemiştir. Mendel aslında bir manastırda yetişmiş olmasına rağmen matematik ve fen bilimleri ile yakından ilgili bir bilim insanıdır. Bulunduğu manastırın bahçesinde bezelye bitkisinin çeşitlerinin kalıtımının nasıl gerçekleştiğini azim ve sabırla araştırmış ve günümüzde de kabul gören temel kalıtım ilkelerine ulaşmıştır.

Canlılarda kalıtlabilir özelliklerin her biri **karakter** olarak adlandırılır. Her bir karakterin farklı tipine ise **özellik** adı verilir. Örneğin insanda göz rengi bir karakterdir. Mavi, yeşil ya da kahverengi gözlü olmak ise göz rengi karakterinin özellikleridir. Aynı karakter üzerinde etkili olan gen çeşitlerinin her birine **alel** adı verilir.

Mendel'in çalışmak için bezelye bitkilerini tercih etmesi tesadüf olabilir ancak bu durum ona çalışmalarında büyük avantajlar sağlamıştır. Çünkü bezelye bitkisi karşılaştırılabilecek çeşitli karaktere ait birçok özelliğe sahiptir. Ayrıca kısa sürede çok sayıda nesil oluşturabilmektedir.

Mendel bitki boyu, çiçek durumu, çiçek rengi, tohum şekli ve rengi, tohum kabuğu şekli ve rengi dâhil olmak üzere bezelyelerde yedi farklı karakterin kalıtımını incelemiştir (**Görsel 2.2**).

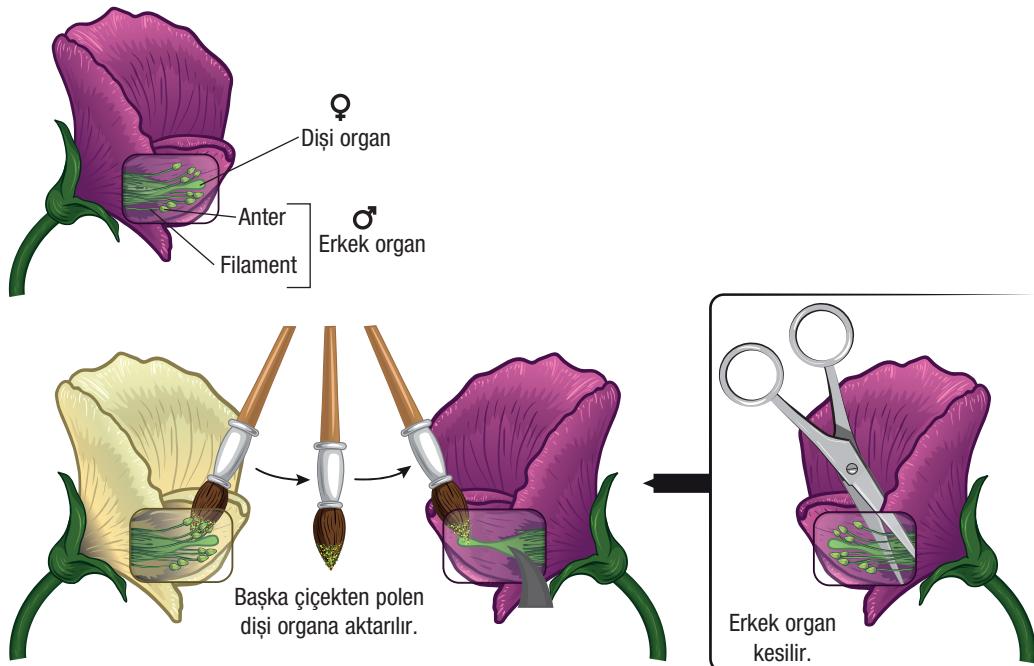
Bilgi Kutusu

Özelliklerin bir kuşaktan sonraki kuşağa aktarımına **kalıtım**, kalıtımın hangi esaslar dâhilinde gerçekleştiğini inceleyen bilim dalına ise **genetik** denir.

| Karakterler | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|
| | Çiçek rengi | Tohum biçimi | Tohum rengi | Tohum zarfi rengi | Tohum zarfi biçimi | Gövde uzunluğu | Çiçek konumu |
| Baskın | Mor | Yuvarlak | Sarı | Yeşil | Şişkin | Uzun | Yanda |
| Çekinik | Beyaz | Buruşuk | Yeşil | Sarı | Boğumlu | Kısa | Ücta |

Görsel 2.2: Mendel, çalışmalarında bezelye bitkisinin birçok özelliğinden faydalanyanmıştır.

Bezelye bitkileri hem dişi hem de erkek organı birlikte bulundurduğu için normal şartlarda kendi kendine tozlaşabilimtedir. Bitkinin bu özelliği kalitsal özelliklerin aktarılmasına ilişkin sonuçları olumsuz etkileyeceğinden Mendel, polen oluşturmadan önce erkek organları çiçekten çıkarmış ve daha sonra başka bir bitkinin polenlerini dişi organa yapay olarak ulaştırip çapraz tozlaşmanın gerçekleşmesini sağlamıştır (**Görsel 2.3**).



Görsel 2.3: Çapraz tozlaşma

Böylece Mendel bir karakter bakımından farklı özellik gösteren iki birey arasında çapraz döllenme ile melez bireyler elde etmiştir. Deney sonuçlarını tüm bilim dünyası ile paylaşmak isteyen Mendel, topladığı bilgileri yerel bilimsel dergilerde yayımladı. Ancak yapılan bu çalışmalar, diğer bilim insanları tarafından dikkate değer görülmedi. Mendel'in vefatından yıllar sonra 20. yüzyıl başlarında diğer bilim insanların yaptığı çalışmalarla desteklenen görüşleri, **Mendel İlkeleri** olarak kabul görür hâle gelmiştir. Genetik özelliklerin aktarılmasını tanımlayan temel kalıtım ilkeleri, **Ayrılma İlkesi** ve **Özelliklerin Bağımsız Kalıtımı İlkesi**dir.

► Bilgi Kutusu

Mendel çalışmalarında olasılık ilkelerine dikkat etmiştir. Kalıtım çalışmalarında dikkate alınan iki farklı olasılık kuralı bulunmaktadır:

1. Şansa bağlı bir olayın gerçekleşme olasılığı, tekrarlanacak aynı olayın gerçekleşme olasılığını etkilemez. Örneğin bir ailenin ilk çocuğunun erkek doğma olasılığı $1/2$ 'dir. İkinci çocuğu ve hatta bundan sonra doğacak her erkek çocuğun doğma olasılığı da $1/2$ 'dir.

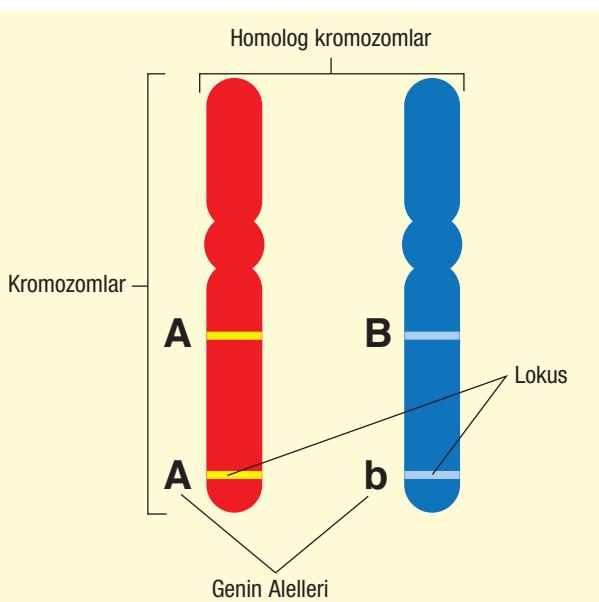
2. Şansa bağlı gerçekleşen iki ayrı olayın aynı anda birlikte olma olasılıklarının çarpımı eşittir. Örneğin aynı anda atılan iki madenî paranın ikisinin de yazı gelme olasılığı $1/2 \times 1/2 = 1/4$ 'tür. Birbirinden farklı olayların aynı sonucu oluşturduğu durumlarda ise olayların ayrı ayrı olma olasılıklarının toplamı alınır. Örneğin ($Aa \times Aa$) çaprazlamasında dominant alel taşıyan bireylerin (AA, Aa, Aa) oluşma olasılığı, $1/4AA + 1/4Aa + 1/4Aa = 3/4$ olarak hesaplanır.



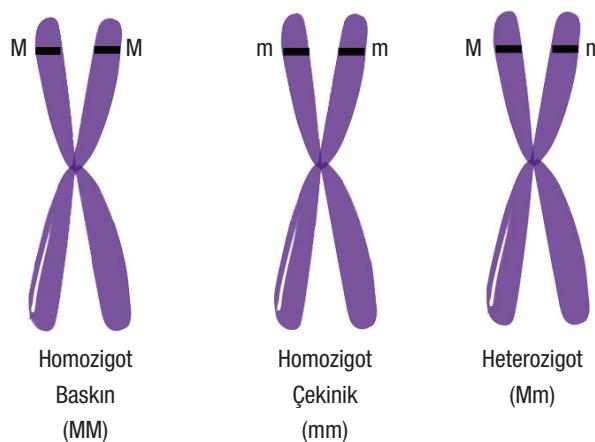
KALITİMİN GENEL İLKELERİ

Bu ilkelerle ilgili tanımlamaları yapmadan önce öğrenilmesi gereken bazı kavamlar vardır. Mitokondri ve kloroplastlarda bulunan DNA hariç, bir ökaryotik hücrenin DNA'sı çekirdek içinde bulunur. Her tür kendine özgü kromozom sayısına sahiptir. Örneğin insanlar vücut hücrelerinde 46 kromozom taşırlar. Eşeyli üreyen canlılarda hücreler, biri anneden diğerinin babadan gelen homolog kromozom çiftlerini bulundurur. Bir kromozomun uzunluğu boyunca bir genin özgül olarak yerlestiği DNA bölgelerine **lokus** denir. Bu DNA bölgelerinde bir genin alternatif versiyonları yani **aleller** yer alır. Aleller harflerle ifade edilir (**Görsel 2.4**).

Eşeyli üreyen canlılarda bir genin ifade edilebilmesi için iki alternatifinin (biri anneden diğerinin babadan gelen) bulunması gerekmektedir. Bir karakterle ilgili genin aynı allellerine sahip canlılarına **homozigot (saf döl/arı döl)** denir. Homozigot bireyler ebeveynlerinden aynı allellerini almıştır. Bezelyelerde çiçek renki karakterinde mor çiçek (M) ve beyaz çiçek (m) olmak üzere iki özelliği vardır. Homozigot mor çiçekli bezelyenin genotipi MM ile beyaz çiçekli bezelyenin genotipi ise mm ile gösterilir. Bir karakterle ilgili genin farklı allellerine sahip canlılarına **heterozigot (melez döl/hibrit)** denir. Heterozigot bireyler ebeveynlerinden farklı allellerini almıştır. Bezelyelerde heterozigot çiçek renki genotipi Mm ile gösterilir (**Görsel 2.5**).



Görsel 2.4: Alel ve lokusun şematik gösterimi



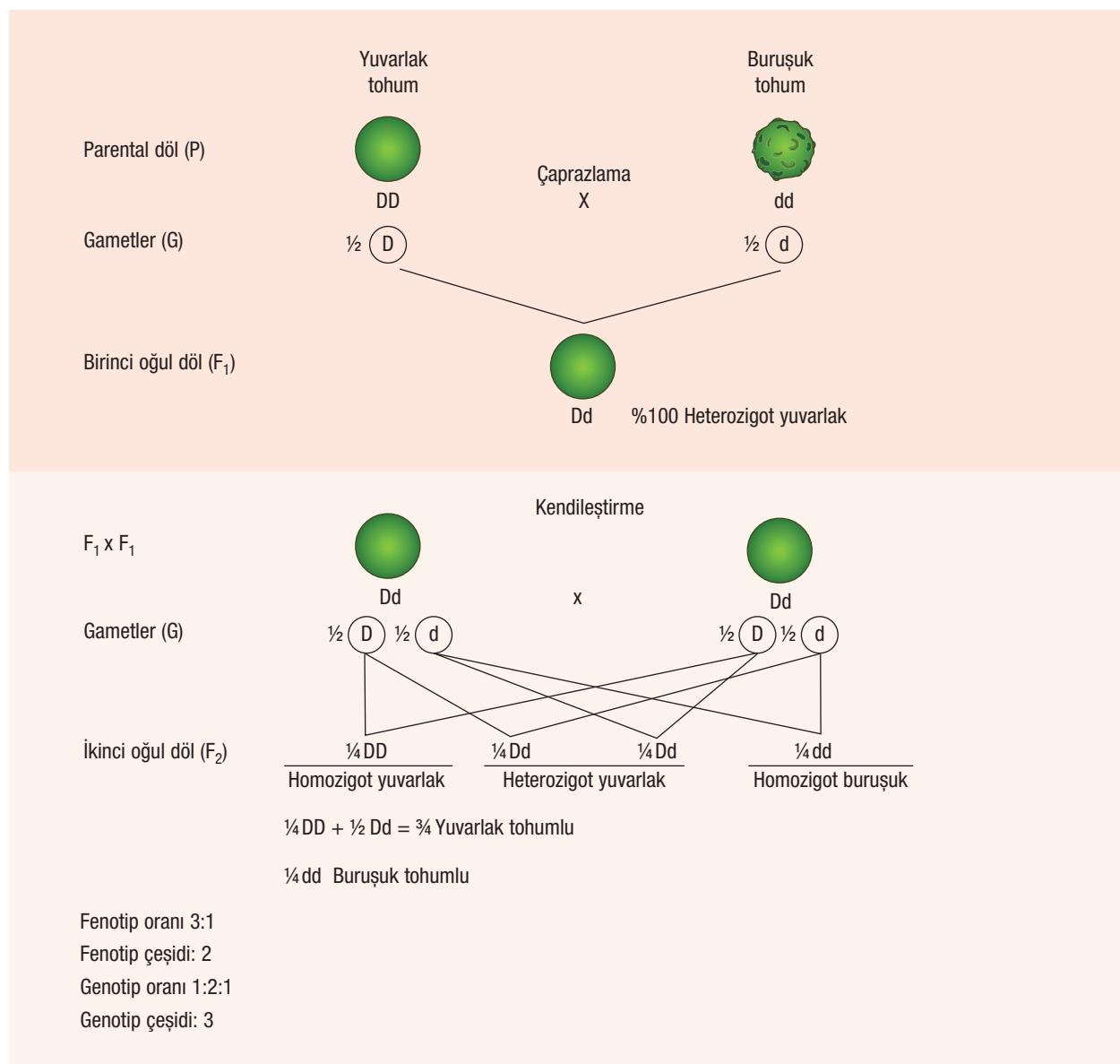
Görsel 2.5: Heterozigot ve homozigot aleller

Canlinın bir karakter açısından bulundurduğu genlerin tümüne o canlinın **genotipi** denir. MM ve Mm mor çiçekli, mm beyaz çiçekli bezelyelerin genotipidir. Canlılarda genlerin ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkan görünür özelliklerin tamamına ise **fenotip** adı verilir. MM ve Mm genotipli bezelyelerin fenotipi morudur, mm genotipli bezelyelerin fenotipi ise beyazdır. Heterozigot durumda bile canlinın fenotipinde etkisini gösterebiliyorsa o gen için **dominant (baskın)** ifadesi kullanılır ve büyük harfle gösterilir. Belirli bir karaktere ait genlerin fenotipte etkisini gösterebilmek için iki alelin aynı olması gerekiyorsa o gen için **recesif (çekinkik)** ifadesi kullanılır ve küçük harfle gösterilir. Örneğin, bezelye bitkilerinde mor çiçek renki özelliği baskındır, "M" ile gösterilir; beyaz çiçek özelliği ise çekinkiktir, "m" ile gösterilir.

2.1.1. MONOHİBRİT ÇAPRAZLAMA

Mendel'in yaptığı deneylerde çaprazlanan iki arı döl; anne baba, **ebeveyn** veya **parental döl (P)** yavrularına ise **oğul döl** veya **filial (F)** denir. Ebeveyn dölde yer alan iki bireyin her ikisinin de oluşturabileceği gamet çeşidi tektir çünkü her iki ebeveyn de homozigot yapıya sahiptir. Bu nedenle ebeveyn döldeki bireylerin çaprazlanmasıyla oluşan birinci oğul dölde (F_1) yer alan tüm bireyler heterozigot özellik gösterir ve **melez (hibrit)** olarak adlandırılır. Bu şekilde F_1 dölünde elde edilen heterozigot genotipli bireylere **monohibrit** adı verilir. Monohibrit bireylerin kendi kendilerine çaprazlanmasına da **monohibrit çaprazlama** denir. Daha sonra birinci oğul dölde yer alan bireylerin (F_1) kendi kendilerine tozlaşmaları sağlanarak ikinci oğul döl (F_2) oluşturulur. Mendel, tüm özellikleri taşıyan ilk üç kuşağı (P , F_1 ve F_2) izlemiş, değerlendirmiştir ve kalıtım ilkelerini oluşturmuştur.

Homozigot yuvarlak tohumlu bezelyelerle (DD) homozigot buruşuk tohumlu bezelyelerin (dd) çaprazlanması monohibrit çaprazlamaya örnek verilebilir (**Görsel 2.6**).



Görsel 2.6: Monohibrit çaprazlama

KALITİMİN GENEL İLKELERİ

Parental döldeki bireyler çaprazlandığında oluşan F_1 dölündeki tüm bitkilerin yuvarlak tohumlu olduğu gözlenmiştir. Mendel bu sonuçtan yola çıkarak yuvarlak tohumlu olma özelliğinin buruşuk tohumlu olma özelliğini belirleyen faktöre baskın olduğunu belirtmiştir. F_1 dölünde yer alan bireylerin kendi kendilerine tozlaşmalarına müdahele etmeyerek F_2 dölünün oluşması sağlanmıştır. Oluşan F_2 döllerinden 5.474 tanesinin yuvarlak tohumlu, 1.850 tanesinin ise buruşuk tohumlu olduğunu gözlemleyen Mendel, F_1 dölünde gizli kalan buruşuk tohumluluk özelliğinin F_2 dölünde yeniden ortaya çıktığını ve bu bireylerin fenotip oranının yaklaşık 3 yuvarlak tohumlu, 1 buruşuk tohumlu; genotip oranının ise yaklaşık 1 homozigot baskın, 2 heterozigot baskın, 1 homozigot çekinik olduğunu açıklamıştır. Mendel bu çaprazlamaları bezelye bitkisinin diğer özellikleri için tekrarladığında yaklaşık olarak aynı sonuçlara ulaşmış ve bu çaprazlama sonuçlarının tüm kalıtım olaylarına genellenebileceği görüşünü benimsemiştir.

Monohibrit çaprazlama ile Mendel'in ulaştığı sonuçlar şunlardır:

- Bir canlı, her karakter için biri anneden diğerini babadan gelen iki alel taşıır.
- Canlıının sahip olduğu birbirine zıt olan alellerden (heterozigot) sadece bir tanesi fenotipte etkisini gösterir ve bu alele **baskın alel** adı verilir. Heterozigot durumda etkisini gösteremeyen diğer alele ise **çekinik alel** olarak adlandırılır.
- Canlılarda çift olarak bulunan aleller gamet oluşumu sırasında herbiri eşit olasılıkla birbirinden ayrılır ve farklı gametlere giderler. Buna **ayırılma ilkesi** denir.
- Farklı özellikte iki homozigot bireyin çaprazlanması ile oluşan yeni neslin tamamı heterozigot özelliktedir ve fenotipik olarak baskın özellik gösteren ebeveyni ile benzeşir. Buna **baskınlık ilkesi** denir.

Çaprazlamalarda bireylerin meydana getireceği gametlerin oluşturabileceği olasılıkları daha kolay görmek için **punnet karesi** kullanılır. Punnet karesi bireylerin oluşturabilecekleri gamet sayısına göre çizilen bir tablodur. Bu tablonun yatay ilk satırına ve dikey ilk sütununa bireylerin oluşturabilecekleri gametler yazılır.

Daha sonra satır ve sütunların birleşmesiyle oluşan birey genotipleri tablonun kesişim hücrelerine yazılır (**Görsel 2.7**).

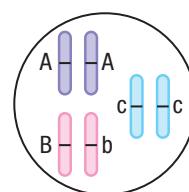
Bağımsız genlerde gamet çeşitliliğin hesaplanması: Karakterlere etki eden aleller farklı kromozomlar üzerinde bulunuyorsa bunlara **bağımsız gen** denir. Genetik problemlerde aksi belirtilmekçe genlerin bağımsız olduğu varsayılr.

Bireylerin oluşturabilecekleri gametlerin hesaplanması sırasında farklı yöntemler kullanılabilir. Bir özellik bakımından homozigot olan bireyler tek çeşit gamet oluştururken heterozigot olan bireyler iki çeşit gamet oluşturur.

Bireylerin oluşturabilecekleri gamet sayısı 2^n formülü ile hesaplanabilir. Bu formülde "n" o bireyin genotipindeki heterozigot karakter sayısını ifade etmektedir (Bu formülle gamet sayısı hesaplaması yapılrken genlerin birbirine bağlı olup olmadığına dikkat edilmelidir.).

| | | | |
|--|----|--|----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | BB | | Bb |
| | | | |
| | Bb | | bb |

Görsel 2.7: Mor çiçekli heterozigot bezelyelerin çaprazlamasının punnet karesinde gösterimi.
(B: Mor çiçek geni b: beyaz çiçek genine baskındır.)



Örnek: AaBbCC genotipine sahip bir bireyin oluşturabileceği gamet sayısı kaçtır? (Genler bağımsızdır.)

Çözüm: Bu bireyin genotipinde bulunan karakterlerden Aa ve Bb heterozigot, CC ise homozigottur. Formülde heterozigot karakter sayısı yerine konduğunda $2^n=2^2= 4$ farklı çeşit gamet oluşturabileceği bulunur.

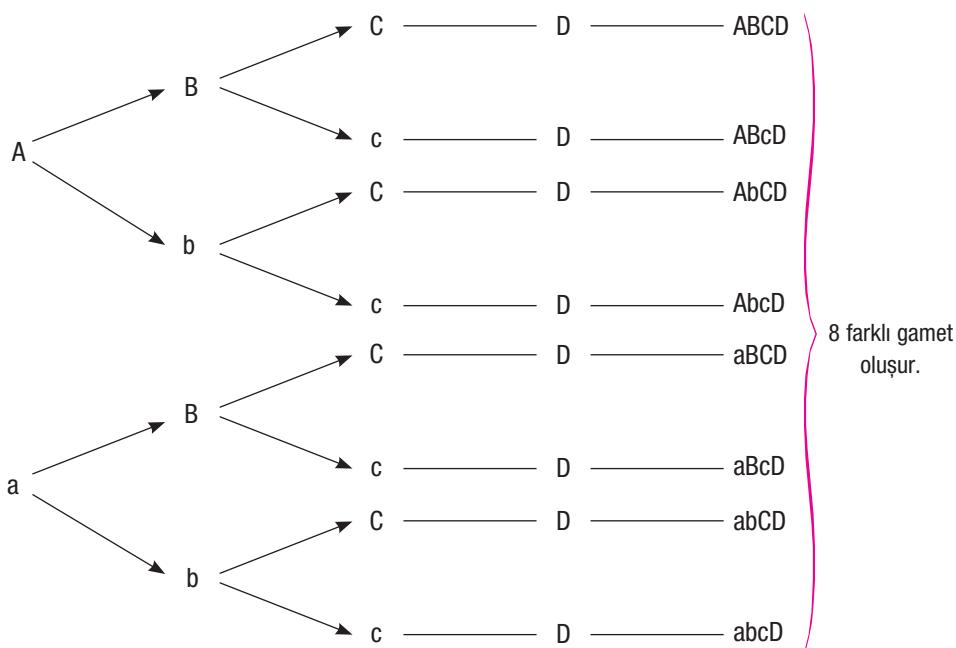
Oluşturulan gametler: ABC, AbC, aBC, abC genotipli gametlerdir.

Örnek: AaBbCcDD genotipine sahip bireyin oluşturabileceği gamet çeşitlerini yazınız (Genler bağımsızdır.).

Çözüm: Bu bireyin genotipinde bulunan karakterlerden Aa, Bb ve Cc heterozigot, DD ise homozigottur. Formülde heterozigot karakter sayısı yerine konduğunda $2^n=2^3= 8$ farklı çeşit gamet oluşturabileceği bulunur.

Ancak oluşturulan gametlerin sayısı çok olduğu için bunları yazmak zordur. Genotipi bilinen bir bireyin meydana getirebileceği gametleri yazmanın bir diğer kolay yolu çatallandırma yöntemidir.

Çatallandırma yönteminde heterozigot her bir karakter için çatal oluşturulurken homozigot karakterler için tek çizgi oluşturulur. Bütün karakterler yazıldıktan sonra oluşan kombinasyonlar gamet çeşitlerini gösterir.



ETKİNLİK

2.1.2. DİHİBRİT ÇAPRAZLAMA

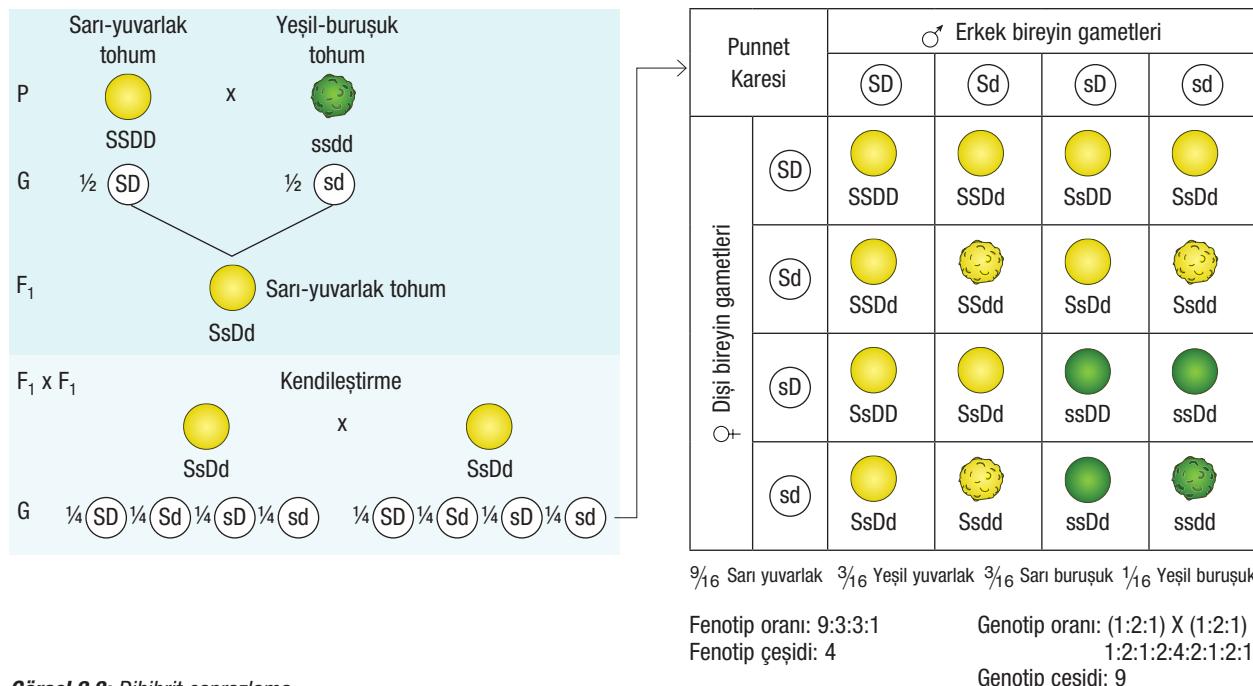
Mendel, bir karakter bakımından yaptığı çaprazlamalardan sonra iki karakterin birbirleri ile ilişkisini görebilmek için iki karakterin kalıtımını birlikte incelemiştir. Bu nedenle tohum rengi ve tohum şekli karakterlerinin kalıtımını izleyebilmek için sarı yuvarlak tohumlu bitkilerle (SSDD) yeşil buruşuk tohumlu bitkileri (ssdd) çaprazlamıştır.

Çaprazlama sonucu oluşan F₁ neslinin tamamı sarı ve yuvarlak tohumlu (SsDd) bireylerden oluşmaktadır. Bu şekilde iki karakter bakımından heterozigot olan bireylere **dihibrit** denir. İki karakter bakımından heterozigot olan bireyler arasında yapılan çaprazlamaya ise **dihibrit çaprazlama** denir.

Mendel, sarı ve yuvarlak tohumlu (SsDd) F₁ bireylerinin kendileri ile çaprazlanması sonucu oluşan F₂ dölünde dört farklı kombinasyonun ortaya çıktığını gözlemledi. Bunlar; sarı-yuvarlak tohumlu, sarı-buruşuk tohumlu, yeşil-yuvarlak tohumlu ve yeşil-buruşuk tohumlu bitkilerdir.

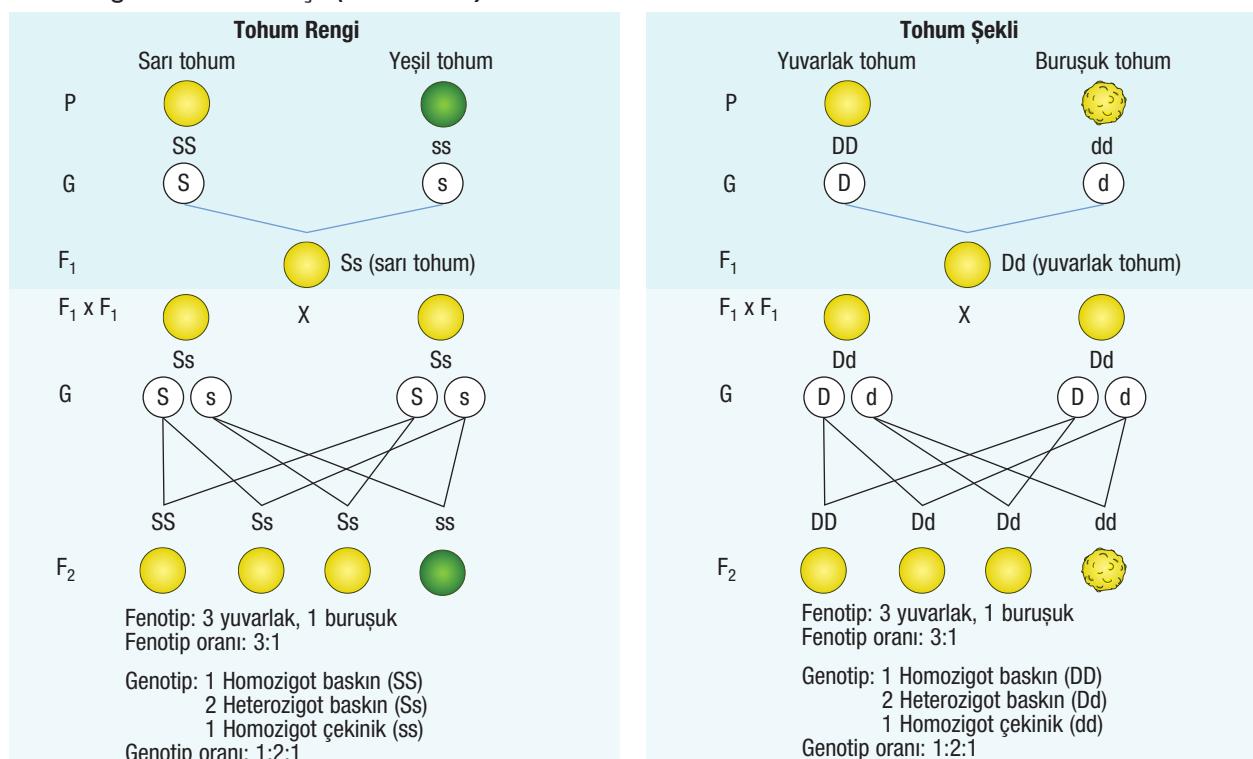
KALITİMİN GENEL İLKELERİ

Mendel, bu bitkilerin 9/16'sının sarı-yuvarlak, 3/16'sının sarı-buruşuk, 3/16'sının yeşil-yuvarlak, 1/16'sının yeşil-buruşuk olduğunu ve bu bitkilerin fenotip ayrışım oranının yaklaşık olarak 9:3:3:1 olduğu sonucuna ulaştı (**Görsel 2.8**).



Görsel 2.8: Dihibrit çaprazlama

Mendel bu oranları incelerken bir başka ayrıntının daha farkına vardı. Karakterlere ait birey sayıları tek tek incelendiğinde oluşan bireylerin fenotipik ayrışım oranının monohibrit çaprazlamada olduğu gibi 3:1 olduğunu gözlemledi. Bunun da ancak her bir karakterin birbirinden bağımsız kalıtılmasından kaynaklanabileceği sonucuna ulaştı (**Görsel 2.9**).

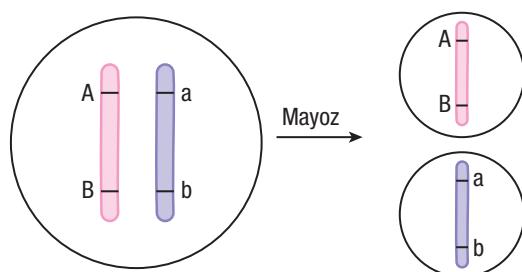


Görsel 2.9: İki farklı karakterin ayrı ayrı çaprazlanması

Tohum rengi ve şeklinin birlikte ve ayrı ayrı incelemesini yapan Mendel, daha birçok dihibrit çaprazlama araştırması yapmıştır. Araştırmalardan yaklaşık olarak aynı sonuçları aldıktan sonra birden fazla karakteri belirleyen alellerin gametlere aktarılırken birbirinden bağımsız olarak hareket ettiğini ifade etmiştir (**Özelliklerin Bağımsız Kalıtımı İlkesi**).

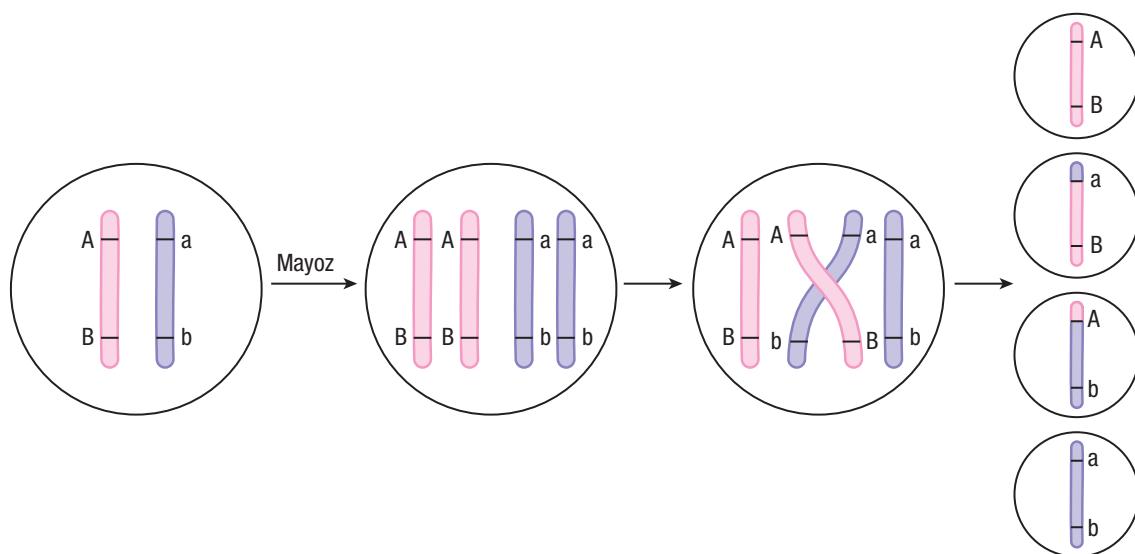
Bağılı Genler

Mendel, her bir genin farklı bir kromozom üzerinde olduğunu düşünmüştür ve tüm genlerin bağımsız olduğunu varsayırmıştır. Ancak daha sonra yapılan çalışmalar kromozomlarında bağlı genler bulunduran canlılarda gen sayısı kromozom sayısından çok daha fazla olduğunu göstermiştir. Her kromozom üzerinde yüzlerce binlerce gen bulunur. Karakterlere etki eden aleller aynı kromozom üzerinde ise bunlara **bağlı genler** denir. Bağlı genler, mutasyon veya mayoz bölünme sırasında crossing over olmazsa bağımsız olarak ayrılamaz (**Görsel 2.10**). Kromozomlar üzerindeki genler arasındaki mesafe ne kadar fazla ise crossing over gerçekleşme olasılığı o kadar fazladır.



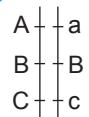
Görsel 2.10: Bağlı genler crossing over olmadığında birbirinden ayrılmazlar.

Bağlı genler, mayoz sırasında crossing over gerçekleştiğinde birbirinden ayrılır ve genlerdeki gamet çeşidi sayısı artar (**Görsel 2.11**). Crossing over olayının gerçekleşmesinin genlerin gametlere farklı kombinasyonlarda aktarılması sonucu gamet çeşitliliği meydana gelir. Gamet çeşidi sayısı bağımsız genlerde olduğu gibi 2^n formülü ile hesaplanır (n: Heterozygot karakter sayısı).

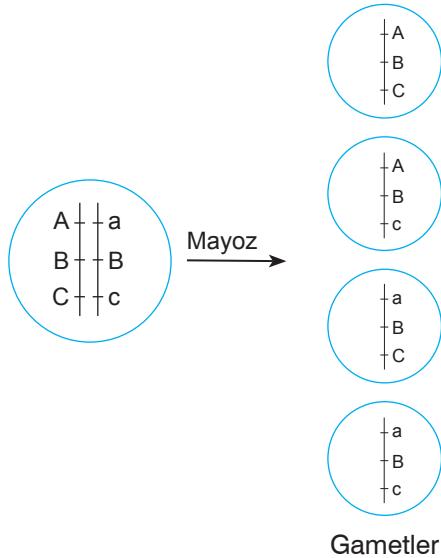


Görsel 2.11: Bağlı genler crossing over olduğunda birbirinden ayrılır.

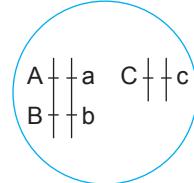
Örnek: AaBBCc genotipindeki bir canlinin ABC baglı genleridir. Mayozda parça degisimi gerçeklestiginde olusabilecek gamet sayisi ve cesiidi nedir?



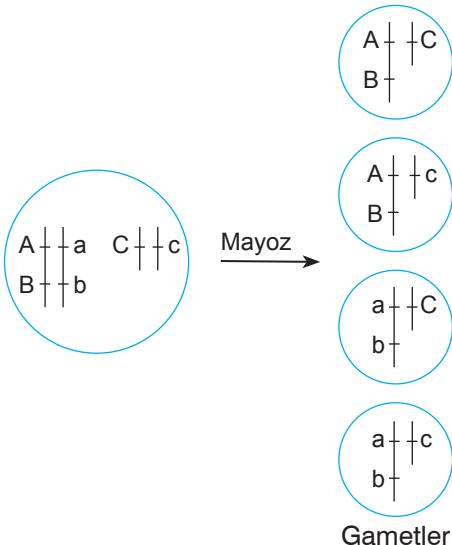
Cözüm: Mayozda krossing over gerçeklestiginde gamet cesiidi sayisi 2^n formülü ile hesaplanır (n : Heterozigot karakter sayisi). Baglı genlerden heterozigot olanların hepsi alınır. $2^2 = 4$ gamet olusur.



Örnek: AaBbCc genotipindeki bir canlida AB baglı genlerdir. Buna göre mayozda parça degisimi gerçeklesmediğinde olusabilecek gamet cesiidi nedir?



Cözüm: AB baglı genler olduğu için aynı gamete geçer. Cc farklı kromozom üzerinde gösterildiği için bağlı olmadığı için bağımsız olarak hareket eder. Hesaplama yapılırken bağlı genlerden heterozigot olanlardan sadece birisi alınır.



2.1.3. KONTROL ÇAPRAZLAMASI

Ebeveynlerinden aldığı alellerle çekinik fenotip gösteren bireylerin genotipi kesinlikle homozigot (aa) olmak zorundadır. Çünkü çekinik aleller fenotipte etkisini ancak homozigot durumdayken gösterir. Ancak baskın fenotipli bireylerde durum farklıdır. Baskın fenotipin ortaya çıkması için alellerden sadece birinin baskın olması yeterlidir. Bu durumda baskın fenotipli bireylerin genotipi kesin olarak bilinemez. Genotipi bilinmeyen baskın fenotipli bir bireyin homozigot veya heterozigot olduğunu belirlemek amacıyla çekinik genotipli bir bireyle çaprazlanmasına **kontrol çaprazlaması (geri çaprazlama)** denir.

Kontrol çaprazlamasında genotipi bilinmeyen baskın fenotipli birey homozigot çekinik genotipli birey ile çaprazlanır. Çaprazlama sonucunda sadece baskın fenotipli bireyler oluşursa genotipi bilinmeyen bireyin homozigot baskın genotipli olduğu sonucuna ulaşılır. Eğer çaprazlama sonucunda hem baskın fenotipli hem de çekinik fenotipli bireyler oluşursa genotipi bilinmeyen bireyin heterozigot baskın genotipli olduğu sonucuna ulaşılır. Kontrol çaprazlaması bitki ve hayvanların ıslah metodu olarak kullanılmaktadır.

Genotipi bilinmeyen siyah fare ile genotipi bilinen beyaz farenin çaprazlama örneğini birlikte inceleyelim.

| Ebeveynler | Genotipi Bilinmeyen Siyah Kobay (S?) | Genotipi Bilinen Beyaz Kobay (ss) |
|-----------------------|--|--|
| Gametler |    |   |
| Oluşabilecek yavrular | <p>1. Olasılık: tüm bireyler siyah</p>  %100 siyah <p>Tüm bireylerin siyah olması, genotipi bilinmeyen bireyin homozigot baskın genotipli olduğunu gösterir.</p>  | <p>2. Olasılık: Oluşan bireylerin yarısı siyah yarısı beyaz</p>  %50 siyah  %50 beyaz <p>Oluşan bireylerin yarısının siyah, yarısının beyaz fenotipli olması genotipi bilinmeyen bireyin heterozigot baskın genotipli olduğunu gösterir.</p>  |

Bilgi Kutusu

Bitki ve hayvanlarda arzu edilmeyen karakterlerin geri çaprazlama yoluyla ayıklanmasının çok uzun zaman alması bir dezavantajdır. Biyoteknolojik metodlar/genetik mühendisliği uygulamaları sayesinde geleneksel metodların olumsuzlukları ortadan kaldırılmaktadır.

2.1.4. EŞ BASKINLIK

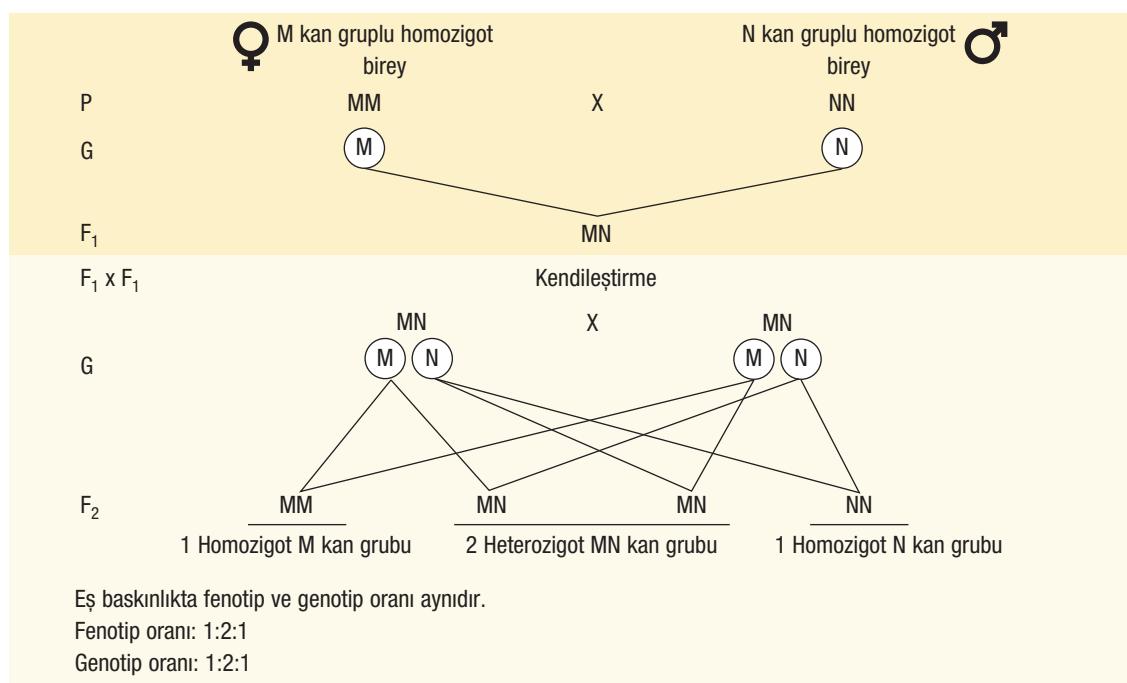
Bir karakterin kalitiminden sorumlu alellerin fenotipte etki etme durumlarına göre baskın veya çekinik olarak adlandırıldığını biliyorsunuz. Ancak bazı istisnai durumlar vardır. Bazı canlı türlerinde bir karakterin kalitiminden sorumlu alellerin ikisi arasında baskınlık ve çekiniklik ilişkisi olmayabilir. Aleller arasındaki diğer bir varyasyon **eş baskınılıktır (kodominantlık)**. Bu varyasyonda iki alelden herhangi fenotipi ayrı ve ayırt edilebilir şekilde etkiler.

Eş baskınılıkta aleller arasında baskınlık ve çekiniklik yoktur. Heterozigot bireyler her iki alelin özelliğini de fenotipte gösterir. İnsanlarda bulunan MN kan grubu sistemi eş baskınlığına örnektir. Bu sistemde M ve N aleleri bulunur. MM genotipli bireyler M kan grubu, NN genotipli bireyler N kan grubu, MN genotipli bireyler MN kan grubudur (*Tablo 2.1*).

Tablo 2.1: MN kan grubu sistemi

| Kan Grubu (Fenotip) | Genotip | Alyuvarda Bulunan Antijen |
|---------------------|---------|---------------------------|
| M | MM | M |
| N | NN | N |
| MN | MN | M ve N |

MN kan grubu sisteminde de görüldüğü gibi eş baskınılıkta heterozigot bireyler bulundurdukları iki alelin özelliğini de göstermektedir. Bu özelliğinden dolayı eş baskın alellerle ilgili yapılan çaprazlamalarda genotip ve fenotip oranları monohibrit çaprazlamadan farklılık gösterir (*Görsel 2.12*). Monohibrit durumda eş baskınlık genotip ve fenotip oranı her zaman %25-%50-%25 (1:2:1) olarak bulunur.



D Araştırınız-Tartışınız

MN kan grubu sisteminin kan alışverişlerinde dikkate alınmamasının nedeni nedir? Araştırınız.

D Bilgi Kutusu

MN kan grubu sistemi genellikle adli vakaların aydınlatılmasında kullanılır.



2.1.5. ÇOK ALELLİLİK

Şimdiye kadar gördüğünüz konularda aynı özellik üzerine etki eden iki alel bulunmaktadır. Ancak bazı canlı türlerinde bazı özellikler ikiden fazla alel ile ifade edilebilir. Bu duruma **çok alellilik** denir. Örneğin insanlarda ABO kan grubu sistemi ve tavşanlarda kürk rengi kalıtımı çok alelle kalıtlanan özelliklerdir. İnsanda ABO sisteminde kan gruplarını denetleyen "A", "B" ve "O" olmak üzere üç farklı alel vardır. Bu aleller arasında baskınlık-çeşkinlik ilişkisine bakıldığından; "A" ve "B" birbirine eş baskın, "O" aleline baskındır. "O" aleli ise çekiniktir.

Çok alellilikte genotip çeşidi sayısı $n \times \frac{(n+1)}{2}$ formülü ile hesaplanır (n alel sayısı). Alel sayısı ile eş baskınlık sayılarının toplamı fenotip çeşidi sayısını verir.

Homozigot genotip çeşidi sayısı ise alel sayısına eşittir.

Çok alellikte bir özelliği ifade etmek için ikiden fazla alel bulunmasına rağmen hiçbir zaman birey ikiden fazla alel bulundurmaz. Başka bir ifadeyle bir insanda ABO sisteminde bulunan üç alelden (A, B ve O) sadece iki tanesi bulunabilir.

Tavşanlarda kürk rengi ise dört farklı alel tarafından belirlenir. Bu aleller arasında baskınlık bakımından bir hiyerarşi vardır. Bunlar arasındaki baskınlık hiyerarşisine göre koyu gri C, chinchilla (şinşila) c^{ch} , açık gri c^h ve albino c şeklinde sıralanır.

Kan Grupları

Bir bireyin alyuvar yüzeyinde A antijeni varsa A kan grubu, B antijeni varsa B kan grubu, hem A hem B antijeni varsa AB kan grubu, A ve B antijenlerini içermiyorsa O kan grubu olarak adlandırılır. Kanda yabancı antijenlere karşı üretilen proteinlere **antikor** denir. Antikorlar kan plazmasında bulunur. Bunlar anti-A ve anti-B antikorları olmak üzere iki çeşidir. A kan gruplu birey plazması anti-B antikoru, B kan gruplu birey plazması sadece anti-A antikoru, O kan gruplu birey hem anti-A hem de anti-B antikorları içerir. AB kan gruplu birey plazmasında anti-A ya da anti-B antikorları yoktur (**Tablo 2.2**).

Tablo 2.2: ABO kan grubu sistemi

| ABO sistemine göre kan grupları (Fenotip) | Genotip | | Alyuvar zarındaki antijen | Plazmadaki antikor |
|---|-----------|-------------|---------------------------|--------------------|
| | Homozygot | Heterozygot | | |
| A | AA | AO | A | Anti-B |
| B | BB | BO | B | Anti-A |
| AB | - | AB | A ve B | - |
| O | OO | - | - | Anti-A ve Anti-B |

KALITİMİN GENEL İLKELERİ

İnsanlarda bulunan bir diğer kan grubu sistemi Rh sistemidir. Rh faktörü ilk defa *Rhesus* (Resus) cinsi maymunda bulunduğundan sistem maymunun cins adının kısaltması kullanılarak Rh sistemi olarak adlandırılmıştır. Rh kan grubu sisteminde baskın olan Rh faktörü, üretme aleli "R" ile Rh faktörünün üretilmemesine neden olan çekinik alel ise "r" ile gösterilir. "R" alelini taşıyan homozigot "RR" ile heterozigot "Rr" bireyler Rh⁺ (Rh pozitif) olarak adlandırılırken "r" alelini taşıyan homozigot "rr" bireyler Rh⁻ (Rh negatif) olarak adlandırılır. Bir kişinin kanındaki alyuvarında Rh antijeni varsa Rh pozitif, alyuvarında bu antijen bulunmuyorsa Rh negatif olarak adlandırılır (**Tablo 2.3**).

Tablo 2.3: Rh kan grubu sistemi

| Rh sistemine göre kan grupları (Fenotip) | Genotip | | Alyuvardaki antijen | Plazmadaki antikor |
|--|-----------|-------------|---------------------|--|
| | Homozygot | Heterozygot | | |
| Rh ⁺ (Rh pozitif) | RR | Rr | Rh antijeni | Yok |
| Rh ⁻ (Rh negatif) | rr | - | Yok | Rh antijenine karşı ilk karşılaşmada Anti-Rh oluşur. |

Örnek: O grubu Rh negatif bir kadın ile AB grubu Rh pozitif bir erkek evleniyor. Erkeğin babasının Rh negatif olduğu bilindiğine göre

- Kadın ve erkeğin genotipleri nedir?
- Bu evlilikten doğacak çocukların kan grubu genotip oranları nedir?

Çözüm

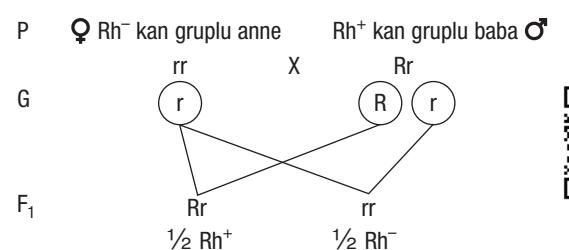
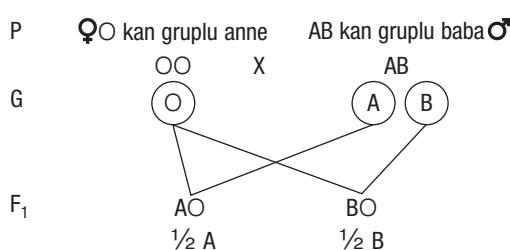
a. Kadının fenotipi her iki sistem açısından çekinik özellikte olduğundan genotipi "OO" ve "rr" dir. Ancak erkeğin genotipi için verilen ekstra bilginin analiz edilmesi gereklidir. AB kan grubu olan erkeğin Rh pozitif genotipini yazmak için ebeveynlerine bakmak gerekecektir. Çünkü Rh pozitif kan grubunda iki genotip alternatif (RR ve Rr) bulunmaktadır. Verilen ekstra bilgiye erkeğin babasının Rh negatif olduğu belirtilmektedir. Yani babadan erkeğe sadece "r" aleli gelebilir. Dolayısıyla erkeğin Rh genotipi "Rr" olmalıdır.

Kadın: O Orr

Erkek: ABRr

b. Bu evlilikten doğabilecek çocukların genotip oranlarını verebilmek için anne ve babanın genotiplerinin çaprazlanması gereklidir.

| | | Baba (ABRr) | | | |
|-----------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | Gamet çeşitleri | | | |
| Anne (O Orr) | Gamet çeşitleri Or | AR | Ar | BR | Br |
| | | AORr | A Orr | BORr | B Orr |
| | | 1/4 A Rh pozitif | 1/4 A Rh negatif | 1/4 B Rh pozitif | 1/4 B Rh negatif |



ETKİNLİK

İki ayrı bağımsız özelliğin aynı anda ortaya çıkma olasılığı, bunların ayrı ayrı olma olasılıklarının çarpımı esittir.

AORr olma olasılığı: $1/2 \times 1/2 = 1/4$ 'tür.

A Orr olma olasılığı: $1/2 \times 1/2 = 1/4$ 'tür.

ABRr olma olasılığı: $1/2 \times 1/2 = 1/4$ 'tür.

ABrr olma olasılığı: $1/2 \times 1/2 = 1/4$ 'tür.

Rh Kan Uyuşmazlığı (Eritroblastosis Fetalis)

Rh kan uyuşmazlığı Rh⁻ bir anne ile Rh⁺ bir babadan Rh⁺ grubunda bir fetüsün oluştugu durumlarda ortaya çıkar. Rh⁺ fetüsün alyuvarlarında Rh antijeni bulunur. Anne ile fetüs arasında madde alışverişini sağlayan plasenta antijenlerin fetüsten anneye geçişini engeller. Bazı durumlarda örneğin doğumda bebeğin kan dolaşımındaki Rh antijeni anne kan dolaşımına geçebilir. Annenin dolaşımına geçen Rh antijenine karşı annede Rh antikoru üretilir. Oluşan Rh antikoru, bebeğe geçemez. Bu nedenle ilk bebekte Rh faktörune bağlı kan uyuşmazlığı görülmez.

Bundan sonraki gebeliklerde bebek yine Rh⁺ kan grubu ise annenin kanında ilk hamilelikten sonra hazır bulunan Rh antikorları plasenta aracılığı ile fetüse geçer. Rh antikorları fetüsün alyuvarlarını parçalar. Bu olaya **Rh uyuşmazlığı (eritroblastosis fetalis)** denir. Kan uyuşmazlığı sonucunda bebekte anemi (kansızlık) görülür ve hücrelerin gelişimi için yeterli oksijen taşınamaz.

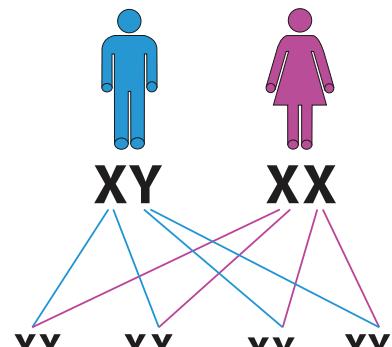
Ancak annenin Rh⁺, bebeğin Rh⁻ olduğu durumda Rh⁺ annenin vücutunda Rh⁻ bebeğe karşı antikor üretilmediğinden Rh uyuşmazlığı görülmez.

2.1.6. EŞYEYE BAĞLI KALITIM

Eşeyli üreme konusu işlenirken toprak solucanı ve tenya gibi bazı canlıların hem dışı hem de erkek organları birlikte bulundurduklarını öğrendiniz. Bu gibi canlılarda eşeyin belirlenmesini sağlayan farklı mekanizmalar bulunmaktadır. Ortam koşulları, pH değişimleri, sıcaklık veya vücut büyülüğu bu mekanizmalardan bazilarıdır. Ayrı eşeyli olan çoğu canlıda ise canlıların eşeyinin belirlenmesini sağlayan kromozomlar bulunmaktadır. Bireyin eşeyinin (cinsiyetinin) belirlenmesini sağlayan bu kromozomlara **eşey kromozomları (gonozom)** adı verilir.

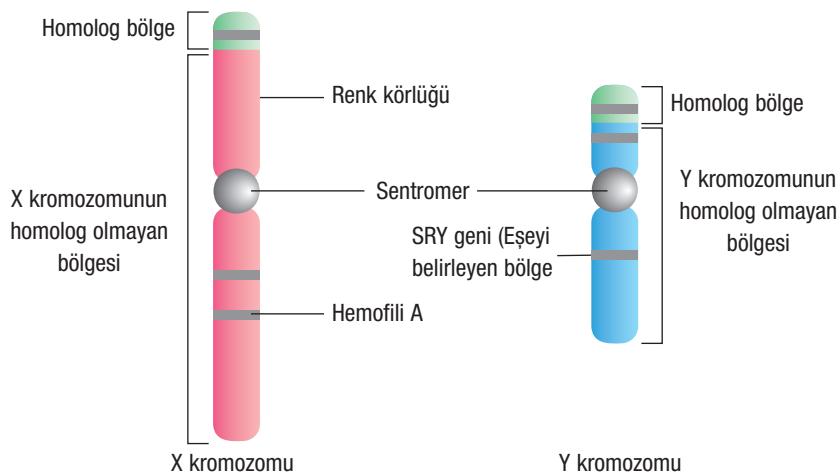
Sağlıklı insanlarda $2n=46$ kromozom bulunur. Bu 46 kromozomdan 44 tanesi vücut kromozomu (otozom), 2 tanesi ise eşey kromozomudur (gonozom). Vücut kromozomları birbirinin aynısı 22 çift kromozomdur ve bireyin saç şekli, göz rengi, kan grubu gibi vücut özelliklerini belirler. Eşey kromozomları dişilerde XX, erkeklerde XY şeklinde gösterilir (**Görsel 2.13**). Cinsiyeti (eşeyi) belirleyen X ve Y kromozomları üzerinde yer alan genlere **eşeye bağlı genler** denir. X kromozomu Y kromozomuna göre daha uzundur. X ve Y kromozomlarının homolog olan bölgeleri vardır. Bu yüzden X ile Y kromozomunun homolog kısımları arasında parça değişimi gerçekleşebilir.

X ve Y kromozomlarının homolog kromozom olmalarına rağmen birbirlerine karşılık gelmeyen kısımları da bulunur. Yalnızca X kromozomu üzerinde bulunan genlere **X-bağılı genler** denir. Bu genler dişilerde (XX) bulunduğuundan iki alelle, erkeklerde (XY) tek X bulunduğuundan bir alelle belirlenir. X kromozomunun Y kromozomunda karşılığı olmayan bölgesinde kısmi renk körlüğü (daltonizm), kanın pıhtılaşmaması (hemofili) gibi karakterlere ait genler yer alır. Y kromozomu üzerinde bulunan genlere de **Y-bağılı genler** denir. Y-bağılı genlerle babada var olan bir özellik tüm erkek çocuklara tek bir genle aktarılır. Y-bağılı genler çok az sayıda olup çoğu gen eşeyin belirlenmesinde etkilidir. Bu



Görsel 2.13: Eşey kromozomları erkeklerde XY dişilerde XX'tir.

yüzden babadan erkek çocuklara Y kromozomu ile çok az sayıda hastalık aktarılır. Eşeyin belirlenmesini sağlayan SRY (eşeyi belirleyen bölge) geni testis gelişimine etki eder (**Görsel 2.14**).



Görsel 2.14: X ve Y kromozomunda bulunan genler (Genlerin bulunduğu yerler temsilî olarak gösterilmiştir.)

OKUMA PARÇASI

Cinsiyet Belirleyici Genler 180 Milyon Yaşında

Erkekleri dişilerden genetik düzeyde ayırt eden Y kromozomunun ilk defa yaklaşık 180 milyon yıl önce olduğu belirtildi. İnsanlarda ve diğer memelilerde cinsiyeteki farklılık genomdaki tek bir elemente bağlı olarak gelişiyor. Sadece erkeklerde bulunan Y kromozomu. Erkeklerdeki cinsiyet kromozomları XY iken dişilerde XX şeklinde beliriyor. Bu nedenle erkekler ve kadınlar arasındaki tüm morfolojik ve fizyolojik farklılıklardan Y kromozomu sorumlu. Fakat uzmanlar çok uzun zaman önce bu durumun böyle olmadığını vurguluyor. Milyonlarca yıl önce X ve Y kromozomlarının birbiriley aynı olduğu ve zamanla Y kromozomunun X'ten farklılaşmaya başladığı söyleniyor. Öyle ki günümüzde X kromozomu 1.000'den fazla gen taşıırken Y kromozomunda yaklaşık 20 tane gen bulunuyor. Peki, bu uzun süreçte Y kromozomu ne zaman günümüzdeki hâlini aldı, özellikle hangi genler korundu? Bu soruların cevabı İsveçli ve Avustralyalı bilim insanları tarafından araştırılıyor. Uzmanlar çalışmaları esnasında yaklaşık 4,3 milyar genetik dizim elde etti. Tüm bu genetik veri üç büyük memeli sınıfından elde edildi. Örnekler plasentalı (insanlar, maymunlar, kemirgenler, filler), keseli (keseli sıçan, kanguru) ve yumurtlayan (ornitorenk, karınca yiyen,...) memelilerden alındı. Bu üç memeli sınıfını temsil eden 15 farklı türden çok sayıda örnekle çalışıldı. Kontrol örneği olarak tavuk kullanıldı. Araştırmacılar bütün Y kromozomlarının gen dizimlerini sıralamak yerine kestirme bir yol tercih etti. Erkek ve dişi doku örneklerinin genetik dizimleri karşılaştırılarak her iki cinsiyettedeki ortak dizimler elendi ve sadece Y kromozomundaki belirleyici gen dizimleri korundu. Böylece erkek cinsiyet kromozomunun en büyük gen atlası oluşturuldu. Bu çalışmanın gerçekleşmesi için yaklaşık 29.500 saat harcadığını belirten uzmanlar teknik bakımdan çok gelişmiş DNA dizim aletleri ve biyolojik analiz programları kullandı. Araştırmancının sonuçları cinsiyet belirleyen birbirinden bağımsız iki ayrı gen olduğunu gösterdi. Bunlardan SRY olarak adlandırılan genin hem plasentalı hem de torbalı memelilerin ortak atalarında 180 milyon yıl önce şekillendiği, yumurtlayan memelilerin Y kromozomunun belirmesinden sorumlu olan AMHY geninin ise yaklaşık 175 milyon yıl önce olduğu tahmin ediliyor. Her iki genin de testislerin gelişmesinde rol aldığı, ancak zaman içinde tamamen birbirlerinden bağımsız bir şekilde farklılığı belirtiliyor. (...) 180 milyon yıl önce henüz farklılaşmış bir Y kromozomu ortada yokken memelilerin ortak atalarındaki cinsiyet belirleyen sistemin nasıl çalıştığı, bir bireyin dişi mi yoksa erkek mi olacağını ne tür etkenlerin tetiklediği henüz bilinmiyor. Bilinmeyen başka cinsiyet kromozomları ya da sıcaklık gibi çevresel etmenler etkili olmuş olabilir ki günümüzde sıcaklığın timsahlarda cinsiyet belirleyici bir etken olduğu biliniyor. Memeliler için bu durum hâlâ gizemini koruyor ve araştırmalar devam ediyor.

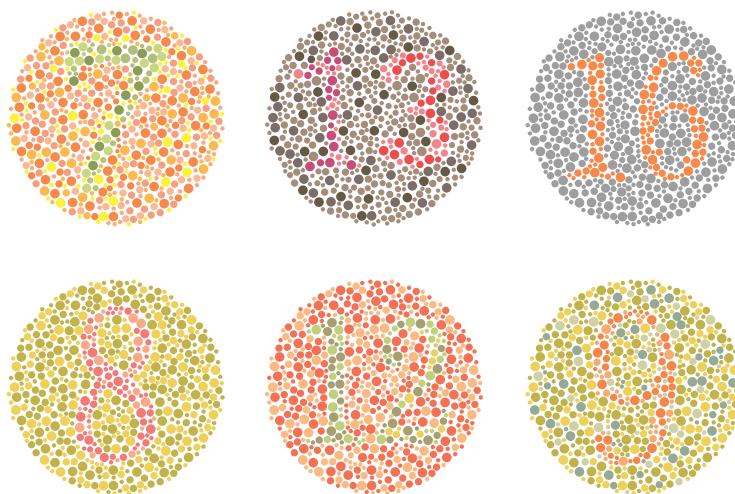
Bilim ve Teknik, (2014, Mayıs), Sayı 558, s. 7.

(Kısaltılmıştır.)

2.1.6.1. Kısmi Renk Körlüğü

Renklerin veya renklerin arasındaki farkların algılanamadığı görme bozukluğuna **renk körlüğü** denir. Renk körü olan insanlar bir klinikte test edilmedikçe durumlarının farkında bile olmayabilirler.

Kırmızı-yeşil renk körlüğü en yaygın renk körlüğü tipidir, onu mavi-sarı renk körlüğü izlemektedir. Renkli görme eksikliği olan tam renk körlüğü ise çok nadir görülür.



Görsel 2.15: Renk körlüğü testi

Görsel 2.15'te görülen "Ishihara Testi" olarak adlandırılan ve renk körlüğünün ayırt edilmesinde kullanılan test kartı örneğidir. Bu test kartında normal renk görüşüne sahip kişiler her bir yuvarlakta yer alan sayıları okuyabılırken renk körlüğü bulunan kişiler sayıların tamamını göremeyebilirler. Bu kişiler normal görüş sağlamak ve bu sayıları tamamen görebilmek için özel üretilen gözlükler kullanabilirler (**Görsel 2.16**).

Kalıtsal bir hastalık olan kısmi renk körlüğünden sorumlu olan genler X kromozomunun Y kromozomu ile homolog olmayan kısmı üzerindedir ve çekinik olarak kalıtlıdır. X'e bağlı genlerle kalıtılıan özelliklerini kontrol eden alellerini göstermek için bu kromozom üzerinde bu aleli simgeleyen harf yazılır. Baskın alel büyük harfe, çekinik alel küçük harfe gösterilir. Erkekler yalnızca bir X kromozomuna sahipken dişiler iki X kromozomuna sahiptir. Dişilerde X kromozomlarının yalnızca birinde baskın alel bulunması diğerini baskılarken kısmi renk körlüğünün olmasını engeller. Erkeklerde ise sadece tek bir çekinik alel bulunağından renk körü olma ihtimalleri daha yüksektir (**Tablo 2.4**).



Görsel 2.16: Renk körü kişiler özel gözlük kullanarak normal renk görüşüne sahip olabilirler.

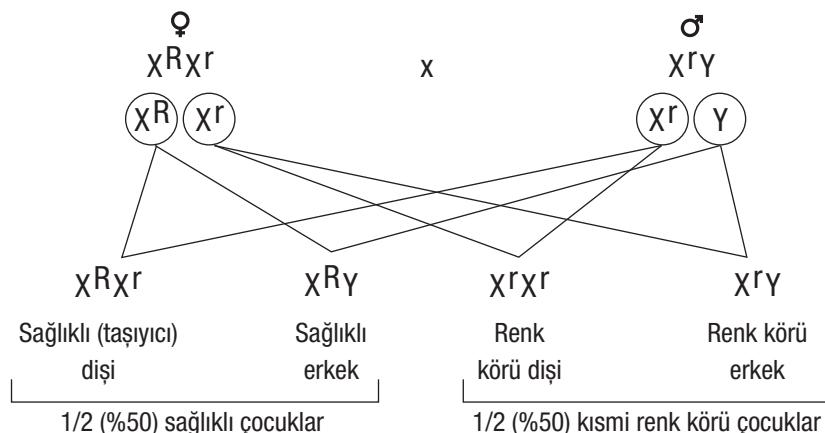
Tablo 2.4: Dişi ve erkeklerde renk körlüğü genotipi ve fenotipi (r: renk körlüğü aleli, R: sağlıklı alel)

| Dişi | | Erkek | |
|-------------------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| Genotip | Fenotip | Genotip | Fenotip |
| X ^R X ^R | Sağlıklı dişi | X ^R Y | Sağlıklı erkek |
| X ^R X ^r | Sağlıklı (taşıcı) dişi | - | - |
| X ^r X ^r | Renk körü dişi | X ^r Y | Renk körü erkek |

KALITİMİN GENEL İLKELERİ

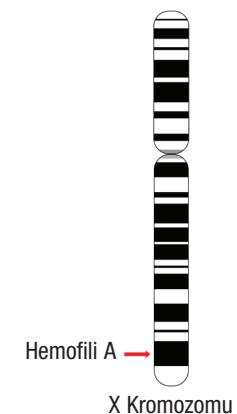
Örnek: Kısmi renk körlüğü bakımından taşıyıcı bir anne ile renk körü olan babanın çocukların kısmi renk körülük olasılığını hesaplayınız.

Çözüm:



2.1.6.2. Hemofili

İnsan vücutunduda herhangi bir sebeple damar dokusunun hasar görmesi sonucu kanama oluşur. Oluşan bu kanamanın durdurulabilmesi için kanın pihtilaşması gereklidir. Kan pihtilaşması sırasında birçok maddenin yanında bazı pihtilaşma faktörleri kullanılır. Bu pihtilaşma faktörlerinin üretimini yöneten aleller X kromozomu üzerinde bulunur. X kromozomu üzerinde bulunan bu aleller faktörlerin üretimini sağlayamazsa veya yetersiz üretimine sebep olursa hasar gören damarda pihtilaşma gerçekleşmeyeceği için kanama durmaz. Kanın pihtilaşmadığı bu genetik hastalığa **hemofili** adı verilir. Hemofili, X kromozomunun Y kromozomu ile homolog olmayan kısmı üzerinde bulunan ve çekinik olarak kalıtılan bir alelle ifade edilir (**Görsel 2.16**). Erkeklerde tek bir X kromozomu bulunduğuundan tek bir çekinik alel hemofilinin ortaya çıkması için yeterlidir. Ancak kadınların iki tane X kromozomu bulunduğuundan hastalığın olması için iki çekinik aleli de taşımaları gereklidir (**Tablo 2.5**). Taşıdıkları X kromozomlarından birinde baskın diğerinde çekinik alel olması durumunda ise taşıyıcı olarak adlandırılırlar.



Görsel 2.16: Hemofili A geni X kromozomunun homolog olmayan bölgesinde yer almıştır.

Tablo 2.5: Dişi ve erkeklerde hemofili genotipi ve fenotipi (h: hemofili aleli, H: sağlıklı alel)

| Dişi | | Erkek | |
|-----------|--------------------------|---------|----------------|
| Genotip | Fenotip | Genotip | Fenotip |
| $X^H X^H$ | Sağlıklı dişi | $X^H Y$ | Sağlıklı erkek |
| $X^H X^h$ | Sağlıklı (taşıyıcı) dişi | - | - |
| $X^h X^h$ | Hemofili dişi | $X^h Y$ | Hemofili erkek |

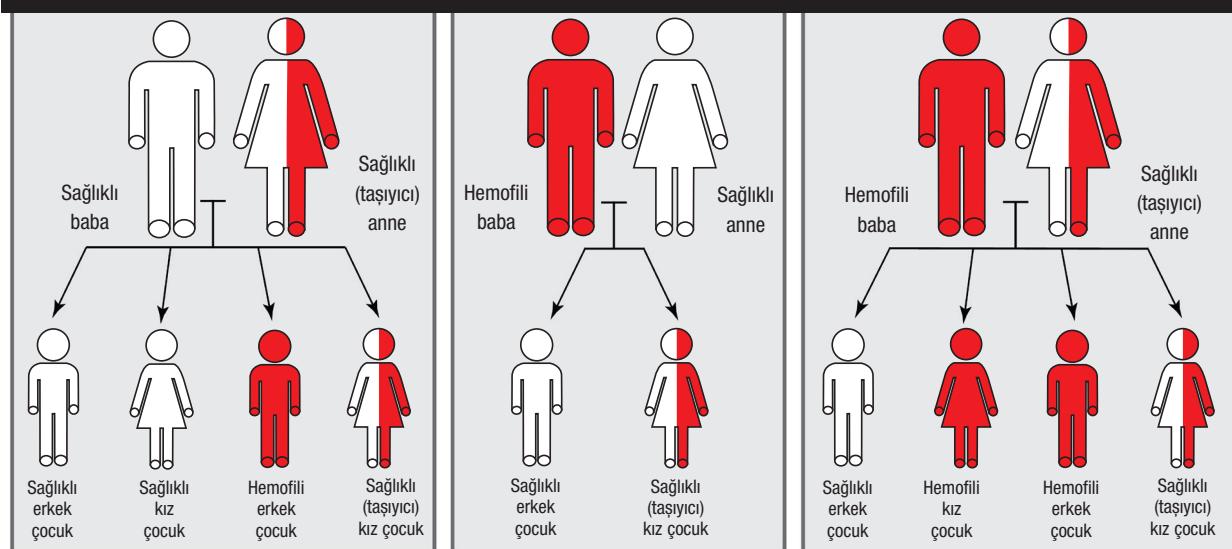
Görsel 2.17de 3 farklı ailede hemofilinin kalıtımını görmektesiniz.

- 1. ailede taşıyıcı anne ile sağlıklı babanın doğacak kız çocukların %50 sağlıklı, %50 taşıyıcı olma olasılığı; erkek çocuklarının %50 sağlıklı, %50 hemofili olma olasılığı vardır.
- 2. ailede sağlıklı anne ile hemofili babanın doğacak kız çocukların tamamının taşıyıcı, erkek çocukların tamamının sağlıklı olma olasılığı vardır.
- 3. ailede taşıyıcı anne ile hemofili babanın doğacak kız çocuklarının %50 hemofili, %50 taşıyıcı olma olasılığı; erkek çocukların %50 sağlıklı, %50 hemofili olma olasılığı vardır.

Bilgi Kutusu

Dünyanın çeşitli ülkelerinde 17 Nisan “Dünya Hemofili Günü” olarak kabul edilmiştir.

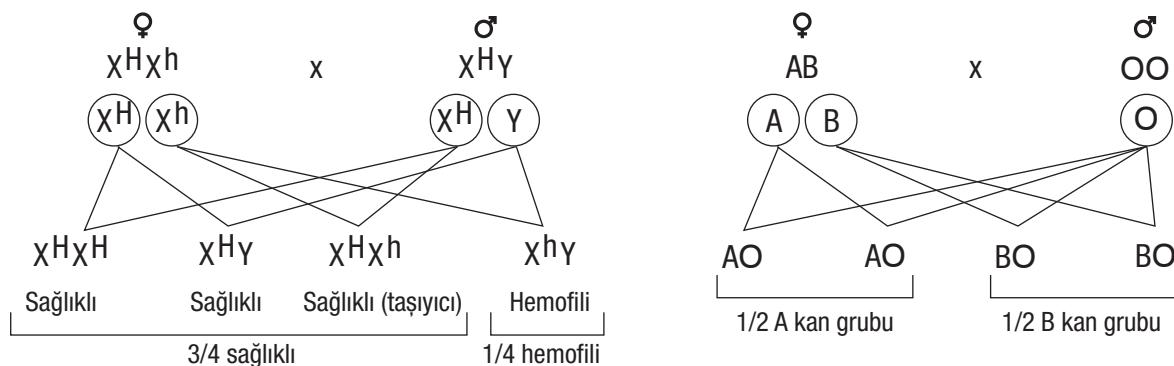
Hemofilinin Kalıtım Mekanizması



Görsel 2.17: Hemofilinin kalıtımı

Örnek: Hemofili taşıyıcısı AB kan grubu bir anne ile hemofili olmayan O kan grubu babadan hemofili A kan grubu çocukların olma olasılığını hesaplayınız.

Çözüm: İki ayrı bağımsız özellikin aynı anda ortaya çıkma olasılığı, bunların ayrı ayrı olma olasılıklarının çarpımını eşittir.



Hemofili A kan grubu çocukların olma olasılığı $1/4 \times 1/2 = 1/8$ 'dir.

2.1.7. SOYAĞACI ANALİZİ

Punnet kareleri, ebeveynlerden çocuğa belirli özelliklerin nasıl aktarıldığını göstermek için yararlıdır ancak nesiller boyunca özelliklerin nasıl aktarıldığını göstermede yetersiz kalır. Soyağacıları, kalıtsal bir özelliğin bir ailenin farklı nesilleri boyunca nasıl miras alınacağını gösterir. Bireylerin anne babaları dikkate alınarak hazırlanan soyağacında kullanılan simgeler evrenseldir.

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

Görsel 2.18de gösterilen simgeler soyağacının yorumlanması kolaylaştırır.

| | | | |
|---|---|----------------------------|--------------------------------------|
| Dışı | Erkek | Bilinmeyen cinsiyet | Özellikî fenotipte gösteren bireyler |
| • Heterozigot taşıcı bireyler | Genetik hastalığın ilk teşhis edildiği bireyler | Hayatını kaybeden bireyler | |
| Ebeveynler (Akrabalık yok) | | | Ebeveynler (Akrabalık var) |
| 1 2 3 4 Doğum sırasına göre çocuklar | | | |
| Çift yumurta ikizi çocuklar | | | |
| Tek yumurta ikizi çocuklar | | | |

Görsel 2.18: Soyağacı analizinde kullanılan evrensel simgeler

Soyağacı analiz edildiğinde kalitsal bir özellikin veya kalitsal bir hastalığın soyağacındaki bireylerde görülmeye olasılığını, soyağacında yer alan bireylerin bir kalitsal özellik bakımından taşıcı olma olasılığını, genotip veya fenotip oranlarını hesaplayabiliriz. Bu sayede çocuk sahibi olmak isteyen çiftlerin soyağacı analizleri yapılarak doğacak çocuklarında kalitsal hastalıkların ortaya çıkma riskini öğrenmeleri mümkündür.

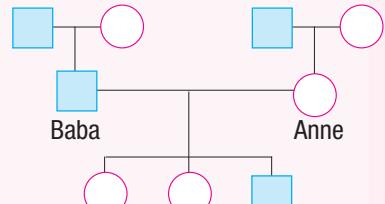
ETKİNLİK 2.1

Soyağacı Oluşturalım

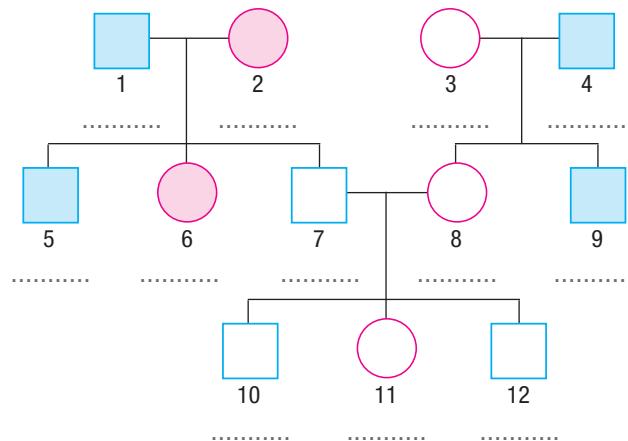
- ▶ Ailenizde bulunan bireylerin kan gruplarının fenotiplerini ögrenerek kendi ailenizle ilgili bir soyağacı oluşturunuz (Kendi kan grubunuza bilmeyorsanız herhangi bir sağlık kuruluşuna gidip test yaptırarak öğrenebilirsiniz.).
- ▶ Oluşturduğunuz soyağacına göre aile bireylerinin ve soyağacında yer alan diğer bireylerin genotiplerini belirleyiniz.
- ▶ Genotiplerini belirleyemediğiniz bireylerin ise kan grubu genotip olasılıklarını hesaplayarak soyağacınızı hazırlayınız (Soyağacınızı hazırlarken yukarıdaki örnekten faydalana bilirsiniz.).

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ⇒ Kan grubunuza göre ailenizde bulunan bireylerden heterozigot olanlar ile homozigot olanların oranını bulunuz.
- ⇒ Soyağacınızda en çok bulunan kan grubu hangisidir? Sizce bunun nedeni ne olabilir?
- ⇒ Kardeşlerinizle aynı kan grubuna sahip değilseniz bunun nedenini kısaca açıklayınız.



Örnek: Yandaki soyağacında renkli olarak gösterilen bireyler, otozomal baskın bir karakter fenotiplerinde göstermektedir. Bu karakterle ilgili olarak soyağacında yer alan bireylerin genotiplerini yazınız.

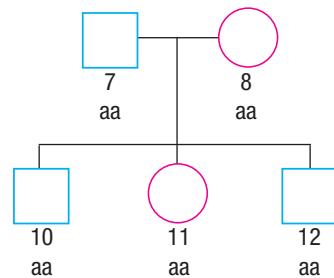
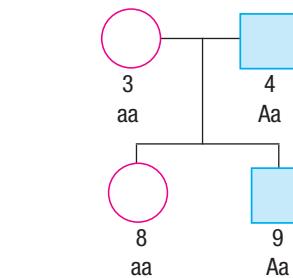
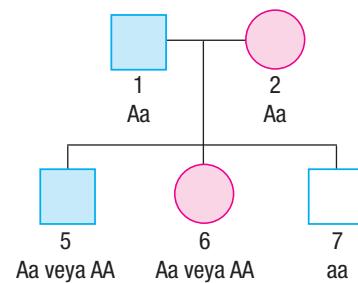


Çözüm

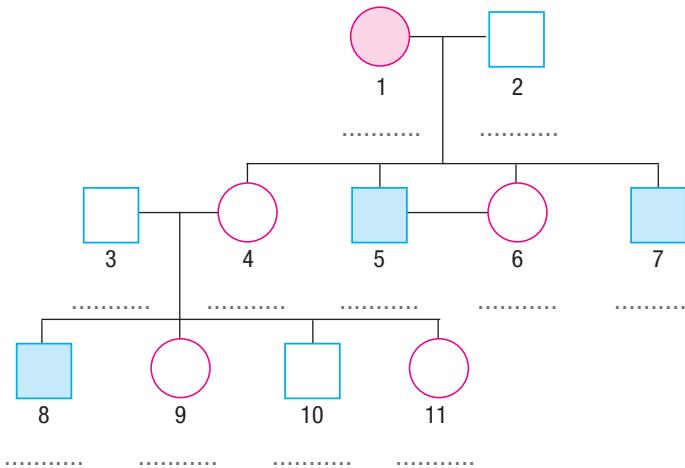
1 ve 2 numaralı bireyler bu karakteri fenotiplerinde gösterdiğlerinden genotipleri Aa veya AA olmalıdır. Bu bireylerin genotiplerini kesin olarak belirleyebilmek için iki bireyin çocukları olan 5, 6 ve 7 numaralı bireylerin genotiplerine bakmamız gereklidir. 5 ve 6 numaralı bireyler bu karakteri fenotiplerinde gösterdiğlerinden genotipleri Aa veya AA olabilir ancak 7. birey bu özelliği fenotipinde göstermediğinden genotipi mutlaka aa olmalıdır. 7 numaralı birey çekinik olan genlerin birini annesinden diğerini babasından almak zorunda olduğundan 1 ve 2 numaralı bireylerde mutlaka çekinik bir gen bulunması gerektiği sonucu çıkar. Sonuç olarak 1 ve 2 numaralı bireyler kesinlikle Aa ; 5 ve 6 numaralı bireyler %50 olasılıkla Aa , %50 olasılıkla AA ; 7 numaralı birey ise kesinlikle aa genotipindedir.

3 ve 4 numaralı bireylerden 3 numaralı birey bu karakteri fenotipinde göstermediğinden kesinlikle " aa " genotipindedir. 4 numaralı bireyin genotipinde baskın alelin yanında baskın mı yoksa çekinik alel mi bulunduğu belirleyebilmek için bu iki bireyin çocukları olan 8 ve 9 numaralı bireylerin genotiplerine bakmamız gereklidir. 8 numaralı birey bu karakteri fenotipinde göstermediğinden kesinlikle aa genotipindedir. 9 numaralı birey ise bu özelliği fenotipinde göstermektedir. Ancak bu bireyin annesinden (3 numaralı birey) alabileceği alel sadece " a " olacağından baskın olan aleli babasından almak zorundadır. Dolayısıyla 4 ve 9 numaralı bireylerin genotipi kesinlikle Aa olmalıdır.

7 ve 8 numaralı bireyler bu karakteri fenotiplerinde göstermediklerinden her ikisi de homozigot çekinik (aa) genotiptedir. Bu iki bireyin çocukları olan 10, 11 ve 12 numaralı bireyler anne ve babalarından sadece " a " alelini alabileceklerinden tamamı " aa " genotipindedir.



Örnek: Aşağıdaki soyağacında renkli olarak gösterilen bireyler X kromozomu üzerinde çekinik olarak kalıtılan bir karakteri fenotiplerinde göstermektedir. Bu karakterle ilgili olarak soyağacında yer alan bireylerin genotiplerini yazınız.

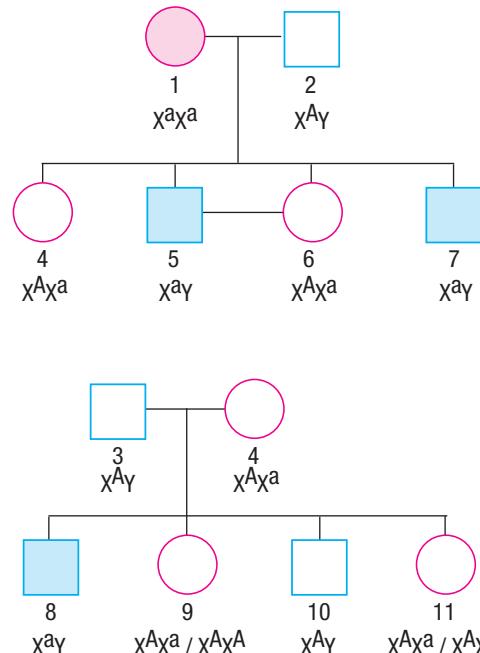


Çözüm

1 numaralı birey iki X kromozomu taşır. Bu nedenle bu karakteri fenotipinde gösterebilmesi için iki alelin de çekinik olması gereklidir. 1 numaralı bireyin genotipi X^aX^a dir. 2 numaralı birey erkek olduğundan tek X kromozomu bulundur. Bu karakter çekinik olarak kalıtıldığından 2 numaralı bireyin genotipi X^AY dir.

1 ve 2 numaralı bireylerin çocuklarında mutlaka X^a aleli bulunacaktır. Çünkü annenin genotipinde başka bir alternatif bulunmamaktadır. Bu nedenle tek X kromozomu taşıyan ve bu X kromozomunu anneden alan 5 ve 7 numaralı erkek bireylerin genotipleri X^AY dir. 4 ve 6 numaralı dişi bireylerin annelerinden aldığı X^a aleli yanında babalarından aldığı X^A aleli bulunur. Bu nedenle 4 ve 6 numaralı bireylerin genotipi X^AX^a olur.

3 numaralı birey bu karakteri fenotipinde göstermediğinden ve tek X kromozomu taşıdığını genotipi X^AY dir. 3 ve 4 numaralı bireylerin çocuklarından 8 numaralı bireyin genotipi anneden X^a aleli geldiğinden X^aY olur. 9 ve 11 numaralı bireyler babadan kesinlikle X^A aleli alırlar ancak anneden her iki alelin de gelme olasılığı vardır. Bu nedenle 9 ve 11 numaralı bireylerin genotipleri %50 olasılıkla X^AX^a , %50 olasılıkla X^AX^A olur. 10 numaralı bireyin fenotipinde bu karakter görülmemişinden anneden X^A alelini alır ve genotipi X^AY olur.



ETKİNLİK

2.2

Sınıfta 5 kişilik gruplar oluşturunuz. Aşağıda verilen kavramlarla bir kavram haritası yapınız. Kavram haritalarınızı karşılaştırarak farklılıklarını belirleyiniz.

| | | | | | | |
|--------|----------------------|--------------|----------|--------------|---------------------|------------|
| alel | biyolojik çeşitlilik | dihibrit | dominant | eş baskınlık | eşeye bağlı kalıtım | fenotip |
| gen | genotip | gonozom | hemofili | heterozigot | homozigot | monohibrit |
| otozom | punnett karesi | renk körlüğü | resesif | soyağacı | | |

2.1.8. AKRABA EVLİLİĞİ VE KALITSAL HASTALIKLAR

Anne veya baba soyları fark etmeksiz aralarında kan bağı olan kişilerin evlenmesi durumuna **akraba evliliği** adı verilir. Akraba evlilikleri yakınlık derecesine göre iki ayrı kademedede değerlendirilmektedir. 1. derece akraba evlilikleri teyze, dayı, amca ve hala çocukları (kuzenler) arasında yapılan evliliklerdir. 2. derece akraba evlilikleri ise kardeş torunları arasındaki evliliklerdir.

Yapılan araştırmalar akraba evliliğinin binlerce yıl önce başladığını ve Afrika, Avrupa ve Uzak Doğu'ya kiyasla Türkiye dâhil olmak üzere Fas'tan Pakistan'a kadar uzanan geniş Orta Doğu'da daha yaygın olduğunu göstermektedir. Evlenme istatistikleri sonuçlarına göre 2010 yılında gerçekleşen resmi evlenmelerin %5,9'unun akraba evliliği olduğu ve bu oranın sonraki yıllarda sürekli düşüş göstererek 2016 yılında %4,6, 2021 yılında ise %4 olduğu görülmüştür.

Akraba evliliği sonucu doğacak çocukların kalitsal hastalık sahibi olma olasılığı, ailesinde kalitsal hastalık bulundurmayan ve akraba olmayan kişilerin doğacak çocukların hastalık sahibi olma olasılığından çok daha yüksektir.

D Araştırınız-Tartışınız

Mitokondriyal DNA (mtDNA) kalıtımını araştırarak sınıfta tartışınız.

Akraba evliliği, kişilerde bulunan ve fenotipte etkisini göstermeyen çekinik alellerle kalıtılan hastalıkların bir araya gelme olasılığını artırdığından genetik hastalıkların görülmesine yol açabilir. Her insan hiçbir hastalık belirtisi göstermeksızın resesif alellerini taşıyabilir ve bunları nesiller boyu sağlıklı çocuklarına aktarabilir. Kalitsal hastalıkların çoğu çekinik genlerle taşınır. Zekâ geriliği, sağırlık, dilsizlik, albinoluk, anemi, şeker hastalığı, altı parmaklılık, kısa parmaklılık, renk körlüğü, hemofili bu hastalıklara örnek olarak verilebilir. Çekinik alellerle taşınan bu hastalıkların ortaya çıkması için iki hastalık geninin yan yana gelmesi yani homozigot durumda olması gereklidir. İki hastalık alelinin yan yana gelmesi için de anne ve babada bu hastalık genlerinin bulunması gereklidir. Hasta bir çocuğu veya yakını olmayan kişilerde taşıyıcılık tayini çoğu kez mümkün değildir. Çocukta resesif kalıtım şekli gösteren bir hastalığın ortaya çıkması için hem annenin hem babanın kendileri sağlıklı olmalarına karşın aynı aleli taşımaları gereklidir. Dolayısıyla akraba evlilikleri aynı gen yapısına sahip olan ailede çekinik alellerin birbirleriyle karşılaşma olasılığını artıracaktır.

Topluma oranla, kişilerin aynı hastalık için aynı resesif aleli taşıma olasılığının ortak atadan gelen akrabalar arasında yüksek olması doğaldır.

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

Bu durumu bir örnekle açıklamak gerekirse 1. derece akraba evliliği yapmış “sağlıklı” bir çiftin ancak genetik yönden hasta olan çocukları dünyaya geldiğinde bu hastalık için taşıyıcı olduklarını bilebiliriz. Böyle bir durumda bundan sonra doğacak her çocuk için hasta olma riski kaçınıcı çocuk olursa olsun çok yüksektir (%25) (**Görsel 2.19**).

Akraba evliliği sonucu ortaya çıkan kalitsal hastalıklar genelde metabolizma hastalıklarıdır ve sayıları oldukça fazladır. Anne karnındaki fetüsü bu hastalıkların tümü için incelemek bugün dünyanın hiçbir yerinde olası değildir. Ancak ailede tanısı bilinen bir kalitsal hastalıktan söz ediliyorsa veya çiftin hasta bir çocukları var ise anne karnındaki bebek bu hastalık açısından incelenebilir.

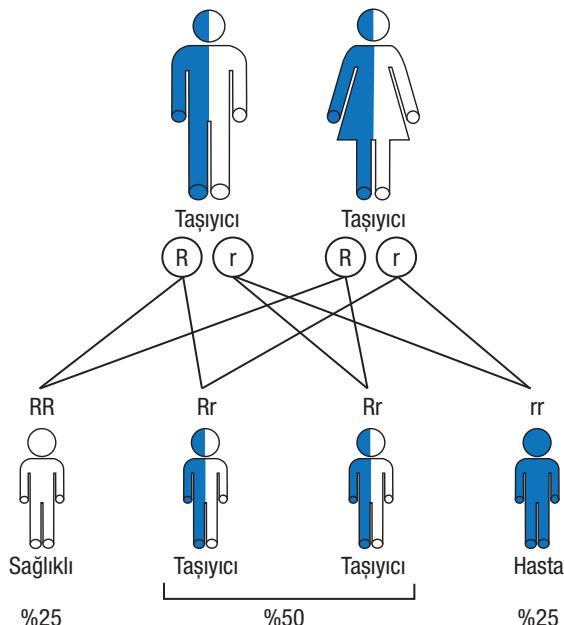
Akraba evliliği yapmış olan çiftlere öneriler:

- Türkiye’de en sık görülen hastalıklardan biri olan Akdeniz anemisi için eşlerden birinde taşıyıcılık testi yapılmalıdır.
- Gebelik US (ultrasonografi) ve üçlü test ile izlenmelidir (**Görsel 2.20**).
- Yenidoğan döneminde tarama testleri (fenilketonüri, galaktozemi, biotinidaz ve hipotiroidi için) yapılmalıdır hatta Tandem MS (Tandem mass spectrometry=Tandem kütle spektrometresi) yöntemiyle genişletilmiş metabolik tarama testi yapılarak 30’dan fazla hastalık da taranabilir.
- Bebek doğuduktan sonra gelişimsel yönden değerlendirilmeli ve ikinci bir gebelik için en az 3-4 yıl beklenmelidir.

2.1.9. GENETİK VARYASYONLAR

Bir popülasyonda tür içerisinde ya da popülasyonlar arasında gözlemlenen farklılıklara **varyasyon** denir. Örneğin sınıf arkadaşlarınızın saç renkleri bu karakterin varyasyonlarıdır. Varyasyonların bir kısmı çevre etkisi ile oluşurken bir kısmı da genetik temele dayanır. Çevre etkisi ile oluşan varyasyonlar sadece oluştuğu bireyi etkiler bu nedenle genetiğin ilgi alanına girmez. Örneğin güneşlenen bir kişinin ten renginin normal rengine oranla koyulaşması çevresel etki ile ortaya çıkar ve nesillere aktarılmaz.

Genetik varyasyonlar; üreme hücrelerinin mayoz ile oluşturulması sırasında homolog kromozomların rastgele dağılıması, crossing over, sonrasında oluşan gametlerin rastgele döllenmesi, viral enfeksiyonlar, mutasyon, X ve UV ışınları gibi sebeplerle ortaya çıkar. Bu genetik varyasyonlar, doğal seçimin



Görsel 2.19: Akraba evliliğinde genetik hastalık riski



Görsel 2.20: Gebelik çeşitli tekniklerle doktor tarafından takip edilmesi gereken bir süreçtir.

ham maddesi olarak kabul edilir (**Görsel 2.21**).

Mutasyon, bir genin dizilimlerinde meydana gelen değişimlerdir. Mutasyonlar kromozomun yapısında olabilecegi gibi kromozom sayısında da değişikliklere neden olabilir. Mutasyona neden olan fiziksel ve kimyasal etkenlere ise **mutajen** adı verilir. Radyoaktif maddeler, mor ötesi ışınlar, bazı toksik kimyasal maddeler ve virüsler mutajen olarak kabul edilir.

Vücut hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar sadece bireyi etkilerken eşey hücrelerdeki mutasyonlar gelecek nesillere aktarılır. Mutasyonların çok az bir kısmı canının çevreye adaptasyonunu güçlendirerek yaşama şansını arttırm. Bu durum çok az görülse de biyolojik çeşitliliğe katkıda bulunmuş olur. Çoğu mutasyon ise ölümcül etkiye sahiptir.

Popülasyon içindeki bireyler arasında var olan bir genetik varyasyon, çeşitli düzeylerde kendini gösterebilir. Genetik varyasyonlar hem fenotipik varyasyonlara hem de nicel özelliklere bakılarak tespit edilebilir.



Görsel 2.21: Tür içerisinde çeşitlilik

Bilgi Kutusu

Mutasyon canının vücut hücrelerinde meydana gelirse sadece kendini etkiler. Ancak üreme hücrelerinde yani gametlerde meydana gelen mutasyonlar canının yavrularına aktarılır.

OKUMA PARÇASI

İkizleri Genetik Olarak Ayırt Etmenin Artık Kolayı Var

Standart DNA analizleri suçluların nokta atışıyla tespit edilmesine olanak sağlayabiliyor. Ancak şüpheli kişinin tek yumurta ikizi varsa gerçek suçlunun bulunmasında standart DNA analizi yetersiz kalıyor. Şimdiye kadar dünyanın çeşitli yerlerinde polisin suçluyu bu nedenle belirleyemediği olaylar oldu. Standart DNA analizlerinde DNA'nın özellikle yüksek çeşitlilik gösterdiği bazı bölgelerindeki baz dizilimleri karşılaştırılıyor. Ancak tek yumurta ikizlerinde bu strateji işe yaramıyor. Çünkü tek yumurta ikizlerinin DNA dizilimleri birbirinin neredeyse tamamen aynısı oluyor. Bu durumlarda ikizlerin tüm genom dizilimleri belirlenip mutasyon sonucu oluşabilecek küçük farklılıklara bakılıyor ancak bu pahalı ve zaman alan bir yöntem. İngiltere'deki Huddersfield (Hadırsfield) Üniversitesi'nden Graham Williams (Grehim Vilyims) ve ekibi, ikizlerin farklı yaşam tarzlarının sonucu olarak DNA'ları üzerinde oluşan değişiklikleri tespit edebildikleri yeni bir yöntem geliştirdi. Bu tür değişikliklerden biri metil grubu denen bir kimyasal grubunun DNA üzerinde bir gene bağlanarak o genin anlatımını yani o genin kodladığı proteinin üretimini değiştirmesi. Bu değişiklik çevresel etmenlere, yaşam tarzına ve hastalıklara bağlı olarak oluşabiliyor. Williams'ın ekibi ikizlerin ağız içinden epitel doku örnekleri alarak DNA'larını ayırt etti. Daha sonra DNA örneklerini DNA üzerinde metil grubunun bağlı olmadığı bölgelerdeki hidrojen bağı sayısını değiştiren bir kimyasal maddeye tabi tuttu. DNA'nın karşılıklı iki zinciri arasındaki hidrojen bağı sayısının değişmesinin DNA'nın eridiği yani iki zincirin birbirinden ayrıldığı sıcaklığı değiştirmesi bekleniyor. Araştırmacılar DNA örneklerini ısıttığında ikiz kardeşlerin DNA'larının farklı sıcaklıklarda eridğini gözlemledi. Böylece ikizlerin bu yolla genetik açıdan ayırt edilebildiği anlaşılmış oldu. (...)

Bilim ve Teknik, (2015, Mayıs), Sayı 570, s. 8.

(Kısaltılmıştır.)

2. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıda verilen ifadeleri dikkatlice okuyunuz. İfade doğru ise "D"yi, yanlış ise "Y"yi işaretleyiniz. Yanlış olan ifadelerin doğrusunu yanındaki kutucuğa yazınız.

| | D | Y | DOGRUSU |
|--|---|---|---------|
| 1. Genlerin kromozom üzerinde bulundukları bölgeye sentromer denir. | | | |
| 2. Bir özelliğe etki eden gen sayısı kaç olursa olsun diploit bir canlıda bu genlerden iki alel bulunabilir. | | | |
| 3. Bir genin aleli tek başına bulunduğu durumda bile etkisini gösterebiliyorsa o genin aleli için resesif (çekinik) ifadesi kullanılır ve büyük harfle gösterilir. | | | |
| 4. Canlılarda genlerin ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkan görünür özelliklerin tümüne fenotip adı verilir. | | | |
| 5. Akraba evliliğinde anne soyundan gelen genler baba soyundan gelen genlerden daha çok etkilidir. | | | |
| 6. İki karakter bakımından heterozigot olan bireylere dihibrit adı verilir. | | | |
| 7. Eş baskınlıkta heterozigot bireyler her iki alelin karışımından oluşan bir ara fenotipe sahiptirler. | | | |
| 8. Testis gelişimine etki eden SRY (eşeyi belirleyen bölge) geni X kromozomu üzerinde yer almaktadır. | | | |
| 9. Mutasyonlar kromozomların yapısında veya sayısında meydana gelebilir. | | | |
| 10. Fenotipte çekinik karakterin genotipini belirlemek için yapılan çaprazlamaya kontrol çaprazlaması denir. | | | |

B. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları doğru verilen ifadelerle tamamlayınız.

kontrol çaprazlaması

karakter

A

monohibrit

B

monohibrit

erkek

eşey kromozomu (gonozom)

hemofili

genotip

lokus

punnet karesi

alel

monohibrit

renk körlüğü

özellik

O

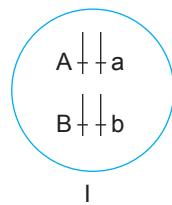
- Canlılarda kalıtılabilir özelliklerin her biri olarak adlandırılır. Her bir karakterin farklı tipine ise adı verilir.
- Bir karakter bakımından heterozigot özellik gösteren bireylere, bu bireylerin kendi kendilerine çaprazlanması da çaprazlama denir.
- Çaprazlamalarda bireylerin meydana getireceği gametlerin oluşturabileceği olasılıkları daha kolay görmek için kullanılır.
- Bireyin eşeyinin (cinsiyetinin) belirlenmesini sağlayan kromozomlara adı verilir.
- X kromozomunun Y kromozomunda karşılığı olmayan bölgesinde ve gibi karakterlere ait genler yer alır.
- Genotipi bilinmeyen baskın fenotipli bireylerin genotipini bulmak amacıyla yapılan çaprazlamaya denir.
- Homolog kromozom çiftleri üzerinde bulunan ve bir karakterin ortaya çıkmasını sağlayan karşılıklı DNA bölgelerine adı verilir.
- İnsanlarda sadece Y kromozomunda bulunan genlerin etkisi bireylerde görülebilir.
- İnsanlarda dört farklı kan grubunun oluşmasını kontrol eden genler ve genleridir.
- Bir canının bir karakter açısından bulundurduğu genetik bilgi adı verilir.

C. Aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

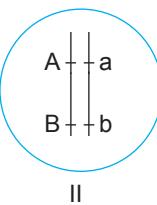
- Baskın ya da çekinik fenotipteki canlılardan hangisinin genotipi kesin olarak belirlenebilir?

.....
.....
.....

- Yanda verilen I. hücrede A ve B genleri birbirinden bağımsız kalıtlıken II. hücrede A ve B genleri birbirine bağlı olarak kalıtılmaktadır. Buna göre bu iki hücrenin oluşturabileceği gamet çeşitlerini ve sayılarını yazınız. Neden birbirlerinden farklı gametler oluşturduklarını belirtiniz.



I



II

.....
.....

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

- 3. Bir ailenin doğacak çocuklarından ikisinin erkek olma olasılığı nedir?**

.....

4. Mendel'in Ayrılma İlkesi'ni bir örnekle yazınız.

5. Mendel'in çalışmalarında bezelye bitkisini kullanması hangi avantajları beraberinde getirmiştir?

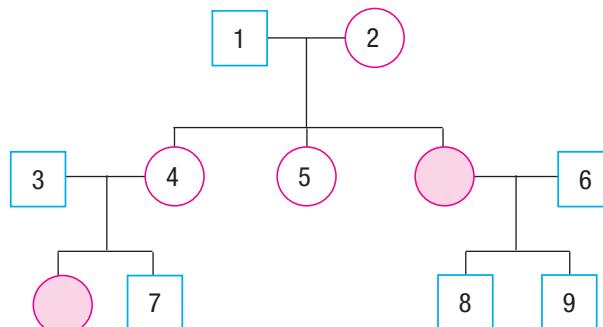
6. Dd X Dd şeklinde yapılan çaprazlamada olusacak 1.000 bireyden yaklaşık kaç tanesi heterozigot genotipte olur?

.....

7. AaBb X AaBb şeklinde yapılan çaprazlamada ab fenotipinde bireylerin oluşma olasılığı nedir? (Genler bağımsızdır.)

- 8.** AabbCCDdEeFf genotipine sahip bir bireyin oluşturabileceği gamet çeşitlerini, çatallandırma yöntemini kullanarak gösteriniz.

9. Yandaki soyağacında otozomal çekinik bir karakteri fenotipinde gösteren bireyler renkli olarak gösterilmiştir. Buna göre numaralandırılmış bireylerin genotiplerini yazınız.



C. Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. Bir karakter açısından homozigot genotipli bir birey ile ilgili olarak

- I. alellerin birbirinin aynısıdır.
 - II. baskın fenotiplidir.
 - III. tek çeşit gamet oluşturabilir.

İfadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

- ## **2. I. Baskınlık-çekiniklik durumu**

- II. Bağlı gen kavramı
 - III. Eşeyli üreyen diploit bireylerin oluşturacağı her bir gamet, her gen için sadece bir alel taşı.

Yukarıda verilen ifadelerden hangileri Mendel tarafından keşfedilmemiştir?

3. Aşağıda verilen çaprazlamaların hangisinde çekinik özelliği fenotipinde gösteren yavru olma olasılığı vardır?

- A) AaBb X AaBb B) Tthh X TTHh C) DDEe X Ddee
 D) FFgg X ffGG E) HhGG X hhgg

4. ♀ AabbCcDd X AaBBccDD♂ çaprazlamasında ABCD fenotipinde bir erkek bireyin oluşma olasılığı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\frac{3}{8}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{3}{16}$ D) $\frac{3}{4}$ E) 1

5. DDeeFfGgHh genotipine sahip bir bireyin normal şartlarda aşağıdaki gametlerden hangisini oluşturması beklenemez?

- A) Defgh B) deFGH C) DeFgh D) DeFgH E) DefGh

6. İnsanlarda X kromozomunda çekinik olarak kalıtılan bir özellikle ilgili olarak,

- I. Erkeklerde görme olasılığı daha azdır.
 - II. Dişiler üç farklı genotipte olabilir.
 - III. Dişilerde ancak homozigot durumda ortaya çıkar.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

7. Yandaki soyağacında bir karakteri fenotipinde gösteren bireyler renkli gösterilmiştir.

Bu karakter ile ilgili,

- I. Baskın olarak kalitilir.
- II. 3 numaralı bireyin homozigot olma olasılığı $1/2$ 'dir.
- III. 1 ve 2 numaralı bireyler baskın fenotiplidir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

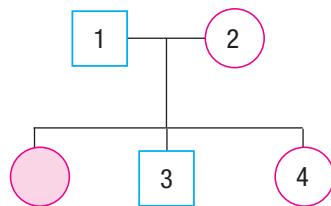
A) Yalnız I

B) I ve II

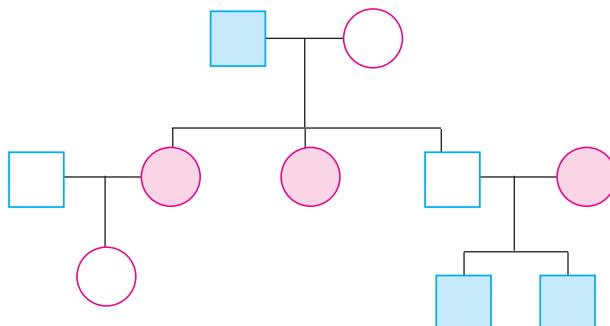
C) II ve III

D) I ve III

E) I, II ve III



8.



Yukarıdaki soyağacında X kromozomunda bulunan genle aktarılan bir özelliği gösteren bireyler renkli gösterilmiştir. Bu özellikle ilgili olarak

- I. Çekinik bir alelle kalitilir.
- II. Baskın bir alelle kalitilir.
- III. Otozomlarda taşınan bir alelle ifade edilir.

yargılardan hangilerinin doğru olma ihtimali vardır?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) I ve II

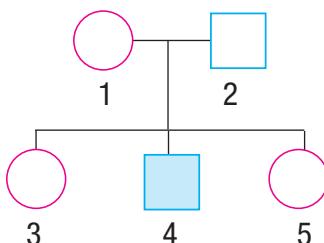
D) II ve III

E) I, II ve III

9. Yandaki soyağacında bir aileye ait renk körlüğü ile ilgili fenotip özellikler verilmiştir.

Renkli olarak gösterilen bireyin renk körüğü olduğu bilindiğine göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlışır? (Renk körlüğü X kromozomunda bulunan çekinik bir alel ile kalitilir.)

1. birey renk körlüğü bakımından $X^R X^R$ genotipindedir.
2. birey renk körlüğü bakımından $X^R Y$ genotipindedir.
3. birey renk körlüğü bakımından heterozigot genotipte olabilir.
4. birey renk körlüğü genini annesinden almıştır.
5. birey renk körlüğü bakımından $X^R X^r$ genotipinde olabilir.



10. • Erkek çocuklarında görülüyorsa baba da bu karakteri fenotipinde gösterir.
- Annenin fenotipinde görülmemiği gibi kız çocukların fenotipinde de görülmez.
 - Erkek çocuklar bu karakteri babadan alırlar.

Bir karaktere ait yukarıda verilen bilgilere göre bu karakterin kalıtımı aşağıdakilerden hangisi ile açıklanabilir?

- A) X'e bağlı çekinik alelle taşınması
 - B) X'e bağlı baskın alelle taşınması
 - C) Y'ye bağlı baskın veya çekinik alelle taşınması
 - D) İkiden fazla alelle taşınması
 - E) Eş baskın alelle taşınması
11. Anne ve babadan gelen homolog kromozomlar üzerinde bulunan ve bir karakter üzerine etki eden gen çifti aşağıdakilerden hangisidir?
- | | | |
|------------|----------------|------------|
| A) Alel | B) Baskın alel | C) DNA |
| D) Fenotip | | E) Genotip |

12. Aşağıdakilerden hangisi Mendel'in kalıtım ilkelerinden değildir?

- A) Genlerden biri diğerine baskındır.
- B) Bir karaktere ait genler gametlere bağımsız olarak dağılır.
- C) Birden fazla karaktere ait genlerin gametlere dağılımı birbirinden bağımsızdır.
- D) Bir gen birden fazla karakteri etkiler.
- E) Bir karakteri anne ve babadan gelen iki gen belirler.

13. Fenotipinde baskın özellik gösteren ve genotipi bilinmeyen bir bireyin genotipini belirlemek için yapılan çaprazlamadır.

Yukarıda tanımı verilen ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Monohibrit çaprazlama
- B) Dihibrit çaprazlama
- C) Kontrol çaprazlaması
- D) Kendileştirme
- E) Hibridizasyon

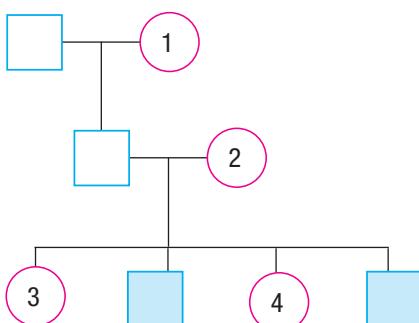
14. İki karakter bakımından heterozigot iki bireyin çaprazlanması sonucunda;

- I. Oluşan fenotip çeşidi,
- II. Oluşan genotip çeşidi

aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

| | I | II |
|----|---|----|
| A) | 3 | 2 |
| B) | 4 | 6 |
| C) | 2 | 4 |
| D) | 4 | 9 |
| E) | 4 | 4 |

15.



Yukarıdaki soyağacında hemofili olan bireyler renkli gösterilmiştir.

Buna göre numaralı bireylerden hangisinin genotipi kesin olarak belirlenebilir?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 3 ve 4

16. Alel çiftleri ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi kesinlikle yanlışır?

- A) Homolog kromozomlar üzerinde bulunur.
- B) Genlerden baskın olan fenotipte etkisini gösterir.
- C) Heterozigot genotipte iken fenotipi çekinik alel belirler.
- D) Homozigot baskın genotipte iken oluşturulacak gamet çekinik alel taşımaz.
- E) Biri anneden, diğeri babadan alınır.

17. Mutasyonla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlışır?

- A) Etkisi nesilden nesile mutlaka aktarılır.
- B) Kromozom yapısının değişimiyle oluşur.
- C) Kromozom sayısının değişimiyle oluşur.
- D) Yararlı ya da zararlı etki gösterebilir.
- E) Çevresel nedenlerle oluşabilir.

18. Heterozigot A Rh+ anne ile heterozigot B Rh+ babanın ilk çocuklarının heterozigot A Rh- olduğu bilinmektedir.

Buna göre bu ailenin ikinci çocuğunun B Rh+ olma olasılığı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 1/8 B) 3/8 C) 1/16 D) 2/3 E) 3/16

19. Mor çiçekli uzun boylu bitkiler ile beyaz çiçekli kısa boylu bitkiler çaprazlandığında oluşan F_1 dölünün tamamının mor çiçekli ve uzun boylu olduğu görülmüştür.

Bu açıklamaya göre aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlışdır?

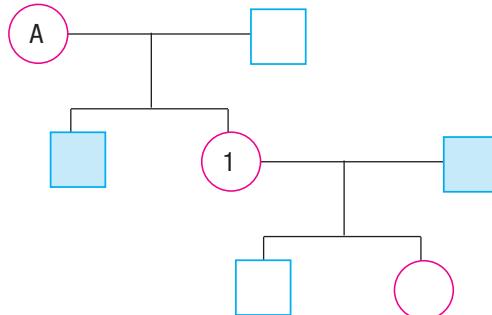
- A) Mor çiçek geni baskındır.
 B) Kısa boyluluk geni çekinkiktir.
 C) F_1 dölü kendileştirildiğinde oluşan F_2 dölünün genotip oranı 3:1 olur.
 D) F_2 dölünün fenotip oranı 9:3:3:1'dir.
 E) F_1 dölünün kendileştirilmesi dihibrit çaprazlamaya örnektir.

20. M kan gruplu anne ile N kan gruplu babanın çocukların tamamı MN kan grupludur.

Yukarıda belirtilen durum aşağıdaki kavramlardan hangisi ile ifade edilir?

- A) Baskınlık B) Eş baskınlık C) Çekiniklik
 D) Çok alellilik E) Eşeye bağlı kalıtım

21.



Yukarıdaki soyağacında renkli olarak gösterilen bireyler çekinkik kan grubu fenotipi göstermektedir.

Buna göre 1 ile gösterilen bireyin B kan gruplu olma olasılığı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 1/2 B) 1/3 C) 3/4 D) 1/6 E) 1/8

22. Canlılarda gerçekleşen mutasyonlarla;

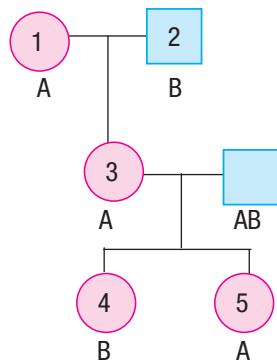
- kromozom sayısı,
- kromozom yapısı,
- genotip

Özelliklerinden hangileri değişebilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) I, II ve III

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

23.



Yukarıdaki soyağacında bireylerin kan grupları fenotipleri verilmiştir.

Buna göre aşağıdaki bireylerden hangisinin genotipi yanlış verilmiştir?

- A) 1 numaralı bireyin genotipi kesinlikle AA'dır.
- B) 2 numaralı bireyin genotipi BO'dır.
- C) 3 numaralı bireyin genotipi AO'dır.
- D) 4 numaralı bireyin genotipi BO'dır.
- E) 5 numaralı bireyin genotipi AO'dır.

24. I. Hemofili

- II. SRY (eşeyi belirleyen bölge)
- III. Balık pulluluk
- IV. Renk körlüğü

Yukarıda verilen hastalıklardan hangileri Y kromozomu üzerinde taşınan genlerle kalıtlıdır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) II ve III
- D) I ve III
- E) II ve IV

25. I. Parça değişimi (Krossing over)

- II. Homolog kromozomların rastgele dağılması
- III. Mutasyon
- IV. Mitoz bölünme

Yukarıdakilerden hangileri canlılarda kalıtsal varyasyona yol açan faktörleridir?

- A) I ve II
- B) I ve III
- C) II, III ve IV
- D) I, II ve III
- E) I, II, III ve IV



3. ÜNİTE



İŞLENİŞ



ÖZET

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Bu ünitede;

- Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkileri,
- Canlılardaki beslenme şekillerini,
- Ekosistemde yer alan madde ve enerji akışını,
- Madde döngüleri ile hayatın sürdürülebilirliği arasındaki bağlantıları,
- Güncel çevre sorunlarının sebeplerini ve olası sonuçlarını,
- Bireylerin çevre sorunlarının ortaya çıkışındaki rolünü,
- Ülkemizde ve dünyada çevre kirliliğinin önlenmesi için yapılan çalışmaları,
- Doğal kaynakların sürdürülebilirliğini,
- Biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemini,
- Biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik yapılan çalışmaları öğreneceksiniz.

Biyoloji disiplinleri içinde en heterojen olan ekolojidir. Bu ünitede yer alan konuları öğrendiğinizde günlük hayatınızın içinde olan canlılar ile cansız çevrelerine ve karşı karşıya olduğunuz güncel çevre sorunlarına ilişkin farkındalığınız artacaktır. Ayrıca ekosistemler ve çevre sorunları hakkında bilgi sahibi olmak adına yapacağınız bilimsel düşünme ve araştırma süreci; bilgi üretme, problem üzerinde düşünme ve problemi çözmeye dair bilimsel süreç becerilerinizin gelişimine katkıda bulunacaktır. Doğal çevreye ilişkin farkındalığınızın artması ile yapacağınız gözlemler; ekolojiyi anlama ve beraberinde küresel boyutlara ulaşmış çevre konularına ilişkin bilinçli kararlar verebilmeye, problem çözümlerinde bilimsel verileri kullanabilmenize de olumlu katkıda bulunacaktır.

1. BÖLÜM

EKOİSTEM EKOLOJİSİ



Anahtar Kavramlar

Ayrıştırıcı

Biyolojik birikim

Holozoik

Besin ağı

Ekosistem

Madde döngüsü

Besin piramidi

Enerji piramidi

Ototrof

Besin zinciri

Heterotrof

Toprak Hayvanları

Toprak kuşkusuz yaşamın en önemli vazgeçilmez unsurlarından biri. (...) Canlıların yaşamalarını sürdürmek için ihtiyaç duyduğu besin ve enerjinin temelini oluşturan fotosentez ve doğadaki madde döngüleri büyük ölçüde toprağa bağlı. (...)

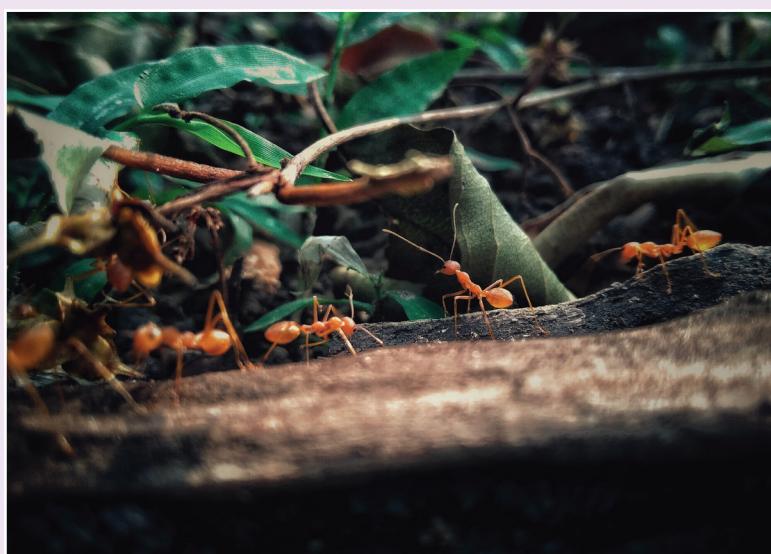
Toprakta yaşayan canlıların tümüne edafon adı veriliyor. Bir hücreliler, algler, bitkiler, mantarlar, hayvanlar gibi tüm canlı gruplarına ait organizmalara toprakta rastlamak mümkün. Aslında tüm karasal türlerin hatta pek çok sucul türün dolaylı da olsa toprakla bağlantısı var. Ancak yaşamının tümünü ya da belirli bir evresini toprak içinde geçiren gruplar edafonda yer alıyor. Toprak hayvanlarının da (toprak faunası) edafondaki yeri önemli. Toprak hayvanları genellikle ışıktan kaçarak yaşayan ve bu nedenle geceleri aktif olan canlılar. Bu sayede de bazı gruplar Güneş'in mutasyona neden olabilen mor ötesi ışınlarından korunmuş ve günümüze kadar hemen hemen hiç değişmeden gelmiş. Toprağın üstten 20 cm derine kadar olan bölgesi organik madde bakımından zengindir. Bu bölge "mineral tabaka" olarak adlandırılır. Canlıların faaliyetleri de genellikle bu kısımda olur. Toprak hayvanları genellikle toprağın üstten 5 cm derinliğe kadar olan bölgesinde yaygındır. Çünkü yüzeye yakın bu bölge besin ve organik madde açısından zengindir. Fakat bazı gruplar metrelere derinlerde bulunabiliyor, özellikle de yüzey sert olduğu zaman daha derinlere iniyorlar. Belli bir alandaki hayvan yoğunluğu toprağın özelliklerine göre değişiyor. Örneğin tarım ve toprağın işlenmesi toprak hayvanlarının popülasyonunu azaltıyor. Bunun yanı sıra toprağın nemi, pH'sı (asitlik derecesi), gözenekliliği, killi, kumlu ya da tınlı oluşu gibi özellikleri de toprağın içерdiği hayvan gruplarının çeşitliliğini ve yoğunluğunu etkiliyor. (...)

Toprağın yok olması ya da kirletilmesi aynı zamanda doğadaki birçok canlıların yuvasının yok olması ya da kirlenmesi demek. Dolayısıyla bu durum doğada çok önemli ekolojik rolleri olan toprak hayvanlarının giderek yok olması ve toprak ekosisteminin dönüşü olmayacak şekilde tahrip edilmesi anlamına geliyor ki buna hakkımız yok.

Bilim ve Teknik, (2016, Kasım), Sayı 588, s. 70-75.

(Kısaltılmıştır.)

- Toprakta hangi canlılar yaşamaktadır?
- Ekosistem nedir?
- Ekosistemin cansız bileşenleri nelerdir?
- Cansız bileşenler ekosistemi nasıl etkiler?
- Popülasyon nedir?
- Toprağın yüzeye yakın bölgesinin besin ve organik madde açısından zengin olma sebebi sizce ne olabilir?



3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

Canlıların kendi aralarında ve çevrelerinde bulunan cansız varlıklarla etkileşimiğini inceleyen bilim dalına **ekoloji** denir. Ekolojinin temel kavramlarından biri olan **ekosistem**, belirli bir alanda yaşayan ve birbirleriyle etkileşimde bulunan canlılar ile cansız varlıkların oluşturduğu sistemdir. Deniz ekosistemi, tatlı su ekosistemi, karasal ekosistemler bazı ekosistem örneklerinden- dir. Ekosistemler, zamanla değişime açık dinamik sistemlerdir. Örneğin tatlı su ekosistemi olan gölde yaşayan balıklar, kurbağalar ve diğer tüm canlılar hem kendi aralarında hem de su ortamıyla etkileşim hâlindedir (**Görsel 3.1**). Bir türün sayılarındaki azalma diğer türlerin sayılarını da etkiler. Komüniteler arasındaki geçiş bölgelerine **ekoton** denir. Orman ekosisteminden nehir ekosistemine geçiş bölgesindeki bataklık alan ekotona örnek verilebilir. Doğadaki tüm ekosistemler birleşerek biyosferi oluşturur. Yeryüzünde canlı türlerinin oluşturduğu ve bu canlıların yaşadıkları alanların toplamına **biyosfer**

(**ekosfer**) denir. Atmosferin alt katmanları ile içinde canlı organizmaların bulunduğu toprak tabakası biyosferi oluşturur. Biyosferin aynı iklim koşullarına sahip olan ve aynı bitki örtüsünün egemen olduğu geniş coğrafi alanlarına **biyom** adı verilir. Biyomlara örnek olarak tropikal yağmur ormanları ve tundra verilebilir.

Bir ekosistem farklı popülasyonlardan oluşan birden fazla komünite içerebilir. **Popülasyon**, belirli bir alandaki bir türe ait birey topluluğudur. Ancak bir popülasyon belli bir alanda tek başına yaşayamaz. Diğer türlerle ait bireylerle de etkileşim içindedir. Belli bir alanda farklı türlerin popülasyonlarından oluşan topluluğa ise **komünite** denir. Örneğin bir çam ormanı, karaçam popülasyonu ve kırmızıçam popülasyonu gibi farklı türlerle ait bireyleri barındırdığından komünite olarak isimlendirilir. Komüniteler barındırdıkları tür sayısının bakımından farklılık göstermekle birlikte kutuplardan Ekvator'a doğru tür zenginliği genellikle artış gösterir. Komünitelerin yaşamlarını sürdürdükleri coğrafik alanlara **biyotop** denir. Deniz, göl, mağara, orman gibi alanlar biyotoptur. **Görsel 3.2**'de ekolojik organizasyon basamakları şematik olarak gösterilmiştir.

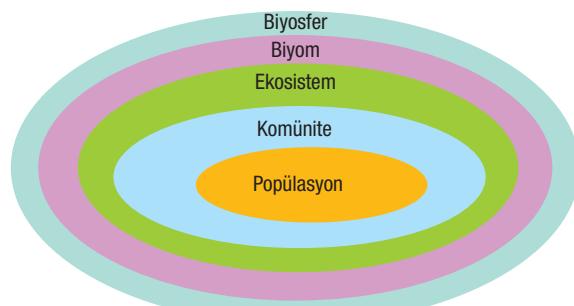
Bir canlı türünün doğal olarak yaşayıp üreyebildiği yaşam alanına **habitat** denir. Habitat kısaca canının adresidir. Organizmaların ekosistemlerdeki işlevine **ekolojik niş** denir. Örneğin bir canının beslenmesi, üremesi, korunması, diğer canlılarla ilişkisi gibi yapması gereken tüm faaliyetler ekolojik niş içerisinde yer alır.

Bilgi Kutusu

Ekoloji, Yunanca ev, mekân anlamına gelen “oikos” ile bilgi ve bilim anlamına gelen “logos” kelimelerinin birleşmesiyle meydana gelmiştir.



Görsel 3.1: Tatlı su ekosistemi



Görsel 3.2: Ekolojik organizasyon basamakları

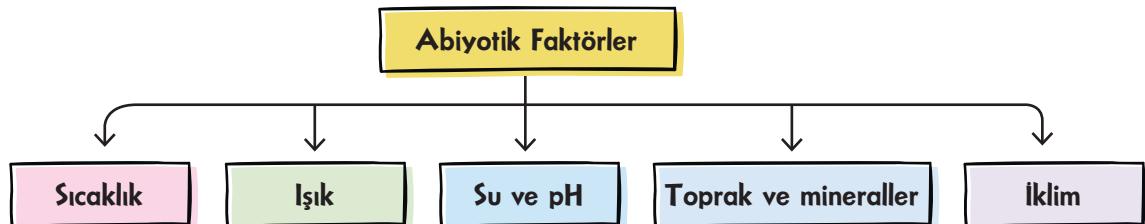


3.1.1. EKOSİSTEMİN CANSIZ VE CANLI BİLEŞENLERİ

Doğada çeşitli ekosistemler bulunur. Ekosistemler bazı ortak öğelerden oluşur. Bu ortak öğeler cansız (abiyotik) ve canlı (biyotik) olarak iki çeşittir.

3.1.1.1. Ekosistemin Cansız Bileşenleri (Abiyotik Faktörler)

Ekosistemin cansız bileşenleri, abiyotik faktörler olarak da isimlendirilir ve çok sayıda fiziksel ve kimyasal faktörü kapsar (**Şema 3.1**).



Şema 3.1: Ekosistemin cansız bileşenleri

Sıcaklık

Sıcaklık, canlıların yaşam döngülerini etkileyen ve dağılışlarını sınırlayan en önemli fiziksel faktörlerden biridir. Her canlı türü kendisi için ideal sıcaklığa sahip yaşam alanlarını tercih eder. Örneğin bitki tohumları uykı hâli (dormansi) ile çok düşük sıcaklıklarda canlılığını korurken az sayıda mikroorganizma türü (bazı yosunlar, arkeler ve bakteriler) sıcak su kaynaklarının yakınılarında yaşamlarını devam ettirebilir.

Sıcaklık değişimi karasal ortama göre su ortamda daha azdır. Bu nedenle suda yaşayan canlıların sıcaklık toleransı karasal ortamda yaşayan canlılara göre daha dardır. Ayrıca karasal ortamdaki yüksek sıcaklıklar, canlılarda terleme yoluyla gerçekleşecek su kaybını artıracağından canlıların yayılışı için sınırlayıcı bir faktördür (**Görsel 3.3**). Çöl gibi çok sıcak ortamlarda yaşayan canlılarda yapısal, fizyolojik ve davranışsal farklılıklar vardır. Örneğin kaktüslerin yaprakları diken şeklinde olup, bu bitkilerde fotosentez yeşil ve etsi olan gövdede yapılır.



Görsel 3.3: Çölde yaşayan canlı türleri sınırlıdır.



ETKİNLİK

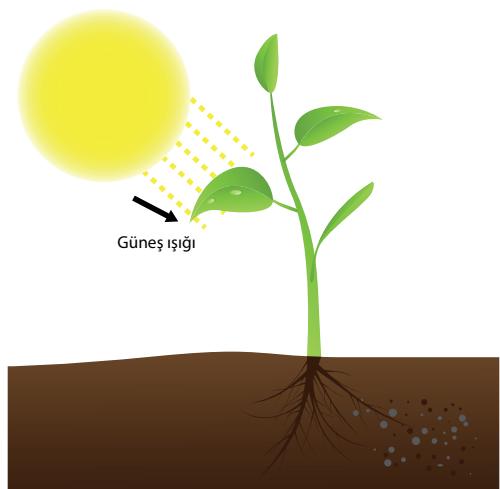


ETKİNLİK

Yüksek sıcaklık gibi düşük sıcaklıklar da canlıların yayılış alanını sınırlar. Örneğin kutuplarda yaşayan canlı türü sayısı azdır.

Işık

Işık, ekosistemin işlevini yerine getirebilmesi için çok önemli bir role sahiptir ve kemosentetik bakteriler dışındaki canlılar için temel enerji kaynağıdır. Üretici canlılar, fotosentez yoluyla güneş enerjisini, bütün canlıların kullanabileceği kimyasal enerjiye dönüştürülerek besinlerin yapısına katarlar (**Görsel 3.4**). Heterotrof canlıların da besin kaynağı organik maddeler olduğu için onlar da dolaylı olarak ışığa bağımlıdır. Bitkilerde ışık alma süresi büyümeye, gelişmeye, çiçeklenmeye, yaprakların dökülmeye ve durgunluk döneminin başlaması gibi fizyolojik olayları etkilemektedir. ışık alma süresine göre bitkiler üç ana grupta incelenir. Gündüzün geceye oranla daha uzun olduğu günlerde çiçeklenen bitkilere **uzun gün bitkileri** denir. İspanak ve turp uzun gün bitkilerine örnek olarak verilebilir. Gecenin gündüzden daha uzun olduğu mevsimlerde çiçek açıp gelişen bitkilere **kısa gün bitkileri** denir. Çilek, patates kısa gün bitkilerine örnek verilebilir. Gün uzunluğundan etkilenmeyen bitkilere **nötr bitkiler** denir. Pamuk, pirinç, domates nötr gün bitkilerine örnek olarak verilebilir. Ekosisteme ulaşan ışığın miktarı bitkilerin dağılımını da belirler. Güneş bitkileri bol ışıkta, gölge bitkileri az ışıkta yaşarlar.



Görsel 3.4: Yeşil bitkiler, besinlerini üretmek için güneş ışığına ihtiyaç duyar.

Ekosistemdeki hayvanların biyolojik faaliyetleri ışığın şiddetinden ve süresinden etkilenir. Üreme, avlanma ve göç etme gibi faaliyetler ışığa bağlı olarak gerçekleşir. Bazı hayvanlar gündüz bazı hayvanlar gece daha aktiftir. Örneğin kuşların ötmeye başlamalarında gün ışığı şiddeti önemlidir. İlkbahar mevsiminde karatavuk ilk ötmeye başlayan kuşlardandır (**Görsel 3.5**), çalılıkuş ise gün uzunluğunun artmasıyla daha sonra ötmeye başlar.

Işık, bazı hayvanların üreme dönemlerini de etkiler. Çevremizde var olan bazı hayvanların üreme dönemleri genelde ilkbahardır.

Kar tavşanı gibi bazı hayvanlarda ise mevsimsel renk değişimleri gözlenir. Kar tavşanının postu yazın kahve, kışın ise beyaz renklidir (**Görsel 3.6**).



Görsel 3.5: Karatavuk



Görsel 3.6: Kar tavşanı

Su ve pH

Su, tüm canlılar için hayatı bir öneme sahiptir (**Görsel 3.7**). Sucul ortamda yaşamakta olan canlılar, hücreleri için gereken su dengesini kuracak mekanizmalar geliştirmiştir. Örneğin tatlı su balıkları, vücutlarına giren fazla suyu seyreltilmiş idrar yoluyla atar. Karasal yaşama adapte olmuş canlılar buz, kar ve yağmur sayesinde su ihtiyaçlarını karşılar (**Görsel 3.8**).



Görsel 3.7: Alabalıklar tatlı sularda yaşar.



Görsel 3.8: Su ihtiyacını karşılayan zebralar

Su, özellikle metabolik faaliyetleri için çok önemlidir. Enzimlerin neredeyse tamamı aktivitelerini gerçekleştirebilmek için suya gerekşim duyar.

Ortamın pH derecesi de canlıların metabolik faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi için önemli faktörlerden biridir. Her canlı için ideal pH derecesi vardır. Organizmaların birçoğunun iç ortamının pH'sı 7 veya 7'ye yakındır. Canlıların iç ortamlarındaki küçük pH değişimleri metabolik faaliyetler üzerinde büyük değişimlere yol açar. Örneğin insan kanının optimum pH'sı 7,35-7,45'tir.

Bir başka örnek ise havada biriken CO_2 , doğal pH'sı 5,6 olan yağmur suyunun pH'sini asidik düzeye indirir (yaklaşık pH'sı 4,5) ve böylece asit yağmurları oluşur. İnsan etkisiyle veya doğal kaynaklar sebebiyle meydana gelen asit yağmurları su, toprak ve ormanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Asit yağmurları, topraktaki minerallerin çözünmesini ve bitkilerin soğuğa karşı dirençlerini de olumsuz etkiler.

► Bilgi Kutusu

Tohumlu bitkilerin tohumları, ortamdaki su miktarı %15'in altında olduğu zaman çimlenemez.

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Havaya salınan zararlı asidik bileşikler, ağaçların yapraklarında bulunan klorofilin yapısını bozarak fotosentez hızını azaltır (**Görsel 3.9**). Asidik bileşenler içeren havanın solunması ise insanlarda çeşitli deri ve solunum yolu hastalıklarına yol açar.

Okyanus ve denizlerin pH'sı 8,2 civarındadır (**Görsel 3.10**). Çeşitli nedenlerle suyun asitleşmesi bu ortamda yaşayan canlılara zarar verir. pH'nin 0,6 birim azalması, denizlerdeki canlıların büyük çoğunluğunu yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakacaktır.



Görsel 3.9: Asit yağmurları bitkilerin klorofil yapısını bozarak fotosentez hızını azaltır.



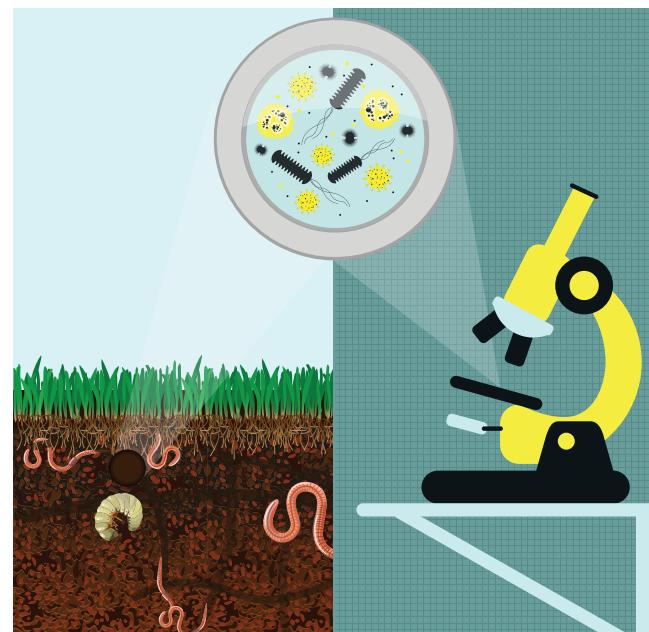
Görsel 3.10: Denizlerin pH'sı 8,2 civarındadır.

Toprak ve Mineraller

Tüm canlıların yaşamalarının devam etmesi doğrudan ya da dolaylı olarak toprağa bağlıdır. Toprak, kayaların ve inorganik maddelerin çeşitli organizmalar veya iklim koşulları gibi nedenlerle fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışma ürünlerinden oluşur. Toprağın içerisindeki tuz ve mineral miktarı, içeriği hava, su tutma özelliği ve pH'sı canlıların dağılımını etkiler.

Toprak, birçok canlı türü için yaşam ortamı sağlayan dinamik bir ortamdır (**Görsel 3.11**). Bitkiler kökleri ile toprağa bağlanır ve fotosentez için gereken mineralleri topraktan alır.

Kaliteli bir toprak, içerisinde çeşitli canlı türleri için gereken organik ve inorganik maddeleri barındırmalıdır. Toprağın bünyesinde bulunan Ca, Mg, N, K, P, S ve Fe gibi mineraller, canlılar için hayatı önem taşır. Bir veya birkaçının eksikliği tüm canlıları olumsuz etkiler.



Görsel 3.11: Toprak, canlıların yaşamı için vazgeçilmez unsurlardan biridir.

Bilgi Kutusu

Ca eksikliği, hayvanların iskelet yapısında çeşitli hastalıklara yol açar.

İklim

Bir bölgedeki uzun süreli nem, yağış, rüzgâr yönü ve sıcaklık gibi atmosferik koşulların ortalaması iklimi oluşturur.

Bir bölgede hüküm süren iklim koşulları canlıların coğrafik yayılışını etkiler (**Görsel 3.12**). İklim, yeryüzü enlemlerine göre farklılık gösterir. Bu duruma paralel olarak canlılar da yeryüzü enlemlerine göre dağılış gösterir. Örneğin Ekvator'dan kutuplara doğru gidildikçe geniş yapraklı ağaçlardan iğne yapraklı ağaçlara geçiş görülür (**Görsel 3.13 ve Görsel 3.14**).



Görsel 3.12: Kakao ağaçları, yoğun yağış alan tropik bölgelerde yaşar.



Görsel 3.13: Tropikal bölgelerde yaşayan geniş yapraklı bitki



Görsel 3.14: Kurak bölgelerde yaşayan iğne yapraklı bitki

İklim koşulları, hayvanların coğrafik dağılımını da etkiler. Kertenkele, yılan gibi kurak ortamda yaşamaya uyum sağlamış olan hayvanların üzerinde buharlaşmayı önleyen vücut örtüsü bulunur (**Görsel 3.15**). Buna karşın kurbağa, sümüklu böcek gibi hayvanlar, buharlaşmaya karşı koruyucu bir katman bulundurmaz ve nemli ortamlarda yaşar (**Görsel 3.16**).



Görsel 3.15: Yılan



Görsel 3.16: Kurbağa

OKUMA PARÇASI

Toprak Neden Kahverengi?

Toprak, farklı bileşenlerden oluşan karmaşık bir yapı. İçinde kayaçların aşınması sonucu açığa çıkan mineraller, ölü organizmaların özellikle bitkilerin parçalanması sonucu oluşan organik maddeler, su, hava ve çeşitli gazlar ile canlı organizmalar bulunuyor. Dolayısıyla toprağın renki bileşimiyle yakından ilişkili.

Toprağın yapısında farklı mineraller bulunuyor. Örneğin toprakta yaygın olarak bulunan demir minerallerinden götit sarı-kahverengi, hematit ise kırmızı-siyah renkte. Yine toprakta yaygın olarak bulunan minerallerden kalsiyum karbonat yani kalsit beyaz renkli, yarı şeffaf bir mineral. Yer kabuğunda en çok bulunan ikinci mineral olan kuvars ise beyaz-gri renkte. Mangan içeren mineraller ise çoğulukla siyah.

Toprağın kahverengi olmasının temel sebebi ise bileşimindeki organik maddeler. Topraktaki organik maddeler (ölü bitki ve diğer organizma kalıntıları) mikroorganizmalar tarafından parçalanarak daha basit yapıdadaki kimyasal maddelere dönüştürülür. Bu maddelerden oluşan karışım humus olarak isimlendirilir. Yüksek oranda karbon içeren humus koyu kahverengidir ve toprağın üst katmanlarında bulunur. Toprağın daha derinlerdeki katmanlarında ise humus miktarı daha azdır ve bu katmanlarda toprağın içinde bulunan minerallerin renkleri daha belirgindir. Dolayısıyla toprağın hangi renkte göründüğü bileşimindeki maddelerin oranıyla yakından ilişkilidir.

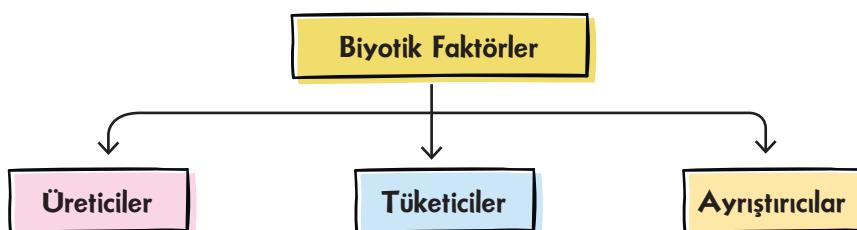
(Genel ağdan alınmıştır.)

(Kısaltılmıştır.)



3.1.1.2. Ekosistemin Canlı Bileşenleri (Biyotik Faktörler)

Bir canlı ile aynı fiziksel alanı paylaşan ve canlıyı doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen tüm diğer canlılara **canlı çevre** denir. Ekosistemi oluşturan canlı bileşenler **üreticiler**, **tüketiciler** ve **ayrılaştırıcılar** olmak üzere üç grupta incelenir (**Sema 3.2**).



Sema 3.2: Ekosistemin canlı bileşenleri



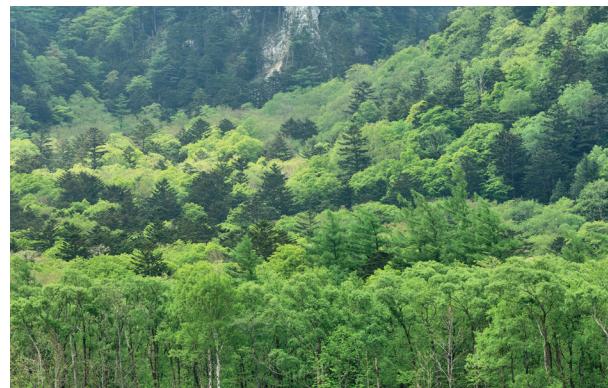
Üreticiler (Ototrof Canlılar)

Üreticiler, ekosistemin canlı bileşenleri arasında en önemlilerinden biridir. Üreticiler, kendi besinini kendisi üreten ve çoğunluğu fotosentetik olan canlılardır. Ayrıca fotosentez yapamayan bazı bakteriler, arkeler ve protistler, inorganik maddelerin parçalanmasında açığa çıkan kimyasal enerjiyi kullanarak kendi besinlerini üretir.

Üreticiler, tüketici canlılar için doğrudan ya da dolaylı olarak besin kaynağı oldukları için ekosistemde önemli role sahiptir (**Görsel 3.17**). Ayrıca üreticilerin bazıları, inorganik maddelerden organik madde sentezlerken ortama oksijen kazandırır (**Görsel 3.18**).



Görsel 3.17: Üreticiler, canlılar için önemli besin kaynağıdır.



Görsel 3.18: Bitkiler, karasal ekosistemin oksijen kaynağıdır.

Tüketiciler (Heterotrof)

Tüketiciler, kendi besinini kendisi üretemeyen ve ihtiyaç duydukları besinleri diğer canlılardan sağlayan canlılardır.

Kendi besinini üretemeyen, besinlerini bulundukları ortamdan hazır alan canlılara **tüketiciler (heterotrof canlılar)** denir. Hayvanlar, mantarlar, bazı protistler ve bazı bakteriler heterotrof canlılardır (**Görsel 3.19**).



Görsel 3.19: Hayvanlar tüketici canlılardır.



ETKİNLİK

Ayrıştırıcılar

Ayrıştırıcı canlılara **çürükcül** veya **saprotof** denir. Bu canlılar doğadaki ölü organizmaları, dökülmüş yaprakları, dışkıları ve diğer organik maddeleri hücre dışı sindirim yoluyla sindirerek inorganik maddelere kadar parçalarlar. Sindirdikleri besinleri hücre içine alarak metabolik faaliyetlerde kullanırlar. Oluşan inorganik maddeler ise üreticiler tarafından kullanılıp ekosisteme tekrar kazandırılır. Ayrıştırıcılar her ekosistemde bulunur ve madde döngüsündeki rolleri oldukça önemlidir. Doğada bu ayrıştırıcı canlılar olmasaydı yaşam için gerekli olan karbon, azot ve diğer elementler, ölü ve atık ürünlerde depolanmış olarak kalacaktı. Bakteri ve mantarların büyük çoğunluğu ayrıştırıcı canlılardır (**Görsel 3.20**).



Görsel 3.20: Bazı mantarlar ayrıştırıcı canlılardır.

ETKİNLİK 3.1

Ekosistemin Canlı ve Cansız Bileşenleri

- ▶ Kendi seçeceğiniz bir ekosistemi inceleyiniz ve bu ekosistemi tanıtan “Ekosistemin temel bileşenleri nelerdir?” adlı kısa bir film hazırlayınız.
- ▶ Hazırladığınız kısa filmi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ➡ Seçtiğiniz ekosistemin canlı bileşenleri nelerdir?
- ➡ Seçtiğiniz ekosistemin cansız bileşenleri nelerdir?

Bilgi Kutusu

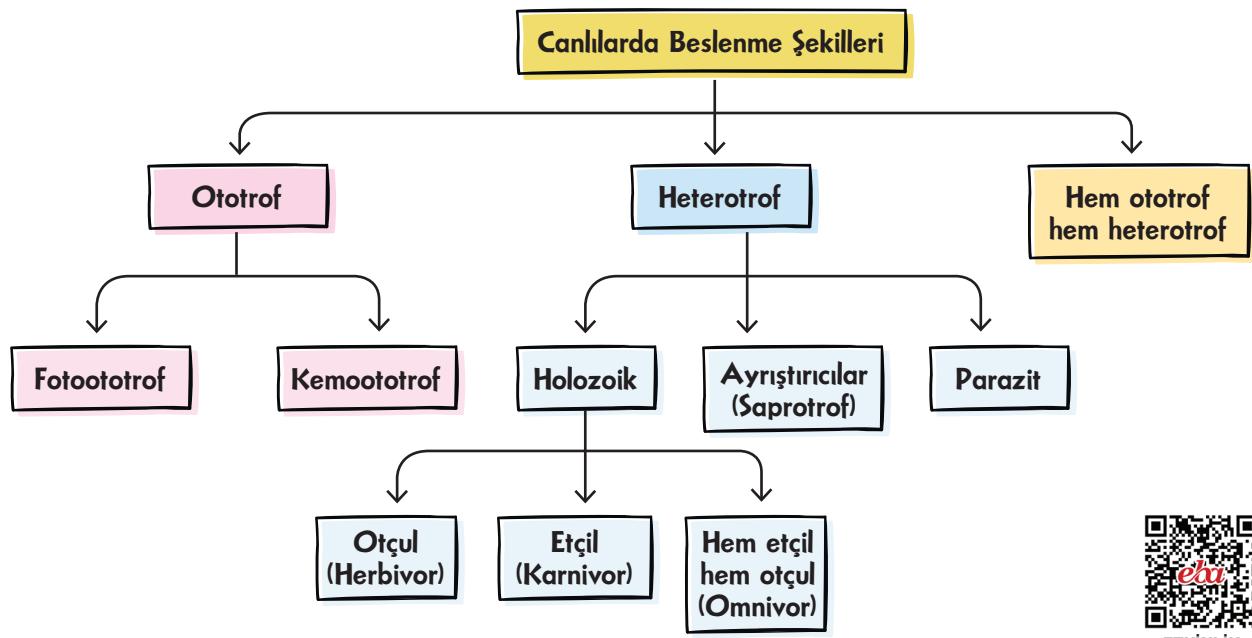
Bazı solucanlar önemli ayrıştırıcılardır. Solucanlar, çürümekte olan organik moleküllerin olduğu her yerde yaşayabilir.

Araştırmanız-Tartışmanız

Kompost nedir ve nasıl hazırlanır? Araştırınız.

3.1.2. CANLILARDAKİ BESLENME ŞEKİLLERİ

Canlılar beslenme şekillerine göre ototrof, heterotrof ve hem ototrof hem heterotrof olmak üzere üç farklı grupta incelenir (**Şema 3.3**):



ETKİNLİK

Şema 3.3: Canlılardaki beslenme şekilleri

3.1.2.1. Ototrof

Tüm üreticiler karbondioksit özümlemesi yapar. Karbondioksit özümlemesi canlinin, karbondioksiti kullanarak kendi organik maddelerini üretmesidir.

Fotooototrof

Ototrof canlılardan yeşil bitkiler, algler, bazı bakteriler ve bazı protistler kendi besinini fotosentez yoluyla sağlar. Fotosentez yapan canlılarda klorofil pigmenti bulunur. Klorofil sayesinde ışık enerjisini kullanarak inorganik bileşiklerden organik madde sentezleyen canlılara **fotooototrof** adı verilir.

Kemoototrof

Bazı bakteriler ise kemosentez ile besinlerini sentezler. Amonyak, hidrojen, sülfür gibi inorganik maddeleri oksitleyerek elde ettiği kimyasal enerji ile inorganik maddelerden organik madde sentezleyen bu canlılara **kemoototrof** adı verilir. Nitrat, demir, kükürt bakterileri kemosentez yoluyla beslenen canlılara örnektir.

Bilgi Kutusu

Parazitlik, iki canlıdan birinin faydalandığı, diğerinin zarar gördüğü birliktekliliklerdir.

Parazit beslenmede yarar gören canlıya parazit, zarar gören canlıya ise **konak** denir.

Parazit bitkiler, kökü andıran emeçleri sayesinde başka bir bitki üzerinden ihtiyaç duyduğu besinleri alan bitkilerdir. Bazı bitki türleri yarı veya tam parazit olup diğer bitkilerin üzerinde yaşar. Tam parazit olan bitki türleri klorofil taşımadığı için fotosentez yapamaz. Küsküt otu tam parazit bitkilere örnektir. Yarı parazit bitkiler, emeçleri ile üzerinde yaşadığı bitkiden su ve mineralleri alır. İhtiyaç duyduğu besini fotosentez yaparak kendileri üretir. Ökse otu yarı parazit bitkilere örnektir.

3.1.2.2. Heterotrof

Tüketiciler gereksinim duydukları enerjiyi üretici organizmalar veya diğer tüketicilerden karşılar. Keçi, sığır, at, şahin, baykuş, tilki gibi canlılar heterotroflara örneklerdir.

Holozoik

Holozoik beslenen canlılar, besinlerini katı parçalar hâlinde alır ve bu nedenle iyi gelişmiş bir sindirim sistemine sahiptir. Ayrıca bu canlıların çene yapısı, beslenme tipine göre adaptasyon sağlamıştır. Bu canlılar otçul, etçil, hem etçil hem otçul beslenen olmak üzere üç grupta incelenir.

Doğrudan üretici canlılarla beslenen tüketicilere **otçul (herbivor)** denir. Enerji kaynağı olarak fotosentez yapan bitkilerde birikmiş organik maddeyi kullanırlar. Fil, tavşan, koyun, at, sığır, kaplumbağa ve geyik otçul hayvanlardır (**Görsel 3.21**).



a



b



c

Görsel 3.21: Otçul beslenen canlı örnekleri: a) Fil b) Tavşan c) Koyun

Tüketicileri yiyecek beslenen canlılara **etçil (karnivor)** denir. Etçil canlıların sindirim kanalları otçul canlılara göre daha kısıdadır. Aslan, yıran, kartal, tilki, köpeğin balığı, örümcek, uğur böceği etçil beslenen canlı örnekleridir (**Görsel 3.22**).



a



b



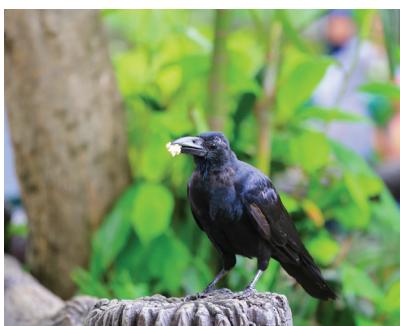
c

Görsel 3.22: Etçil beslenen canlı örnekleri a) Aslan b) Yılan c) Kartal

Hem etçil hem otçul (omnivor), hepçil olarak da adlandırılan bu canlılar besin ihtiyacını hem bitkisel hem de hayvansal besinlerle karşılar. İnsan, karga, ayı, tavuk, domuz hem üreticileri hem de tüketicileri yiyerek beslenen canlı örnekleridir (**Görsel 3.23**).



a



b



c

Görsel 3.23: Hem etçil hem otçul beslenen canlı örnekleri: a) İnsan b) Karga c) Ayı

► Bilgi Kutusu

Hayvan parazitleri, iç ve dış parazit olarak iki çeşittir. İç parazitler konak canının içinde yaşar. Tenya, bağırsak solucanı iç parazite örnektir. Dış parazitler konak canının kaniyla beslenir. Kene ve bit dış parazite örnektir.

Ayrıştırıcılar

Çürükçül canlılar olarak da adlandırılan ayrıştırıcı canlılar, hücre dışına salgıladıkları kuvvetli sindirim enzimleriyle ölü organizmaların kalıntılarını ve organik atıkları daha basit bileşiklere ayırtarak diğer organizmaların özümleyecekleri şekilde ortama geri verir. Böylece madde döngüsünde önemli rol alırlar. Bu basit bileşikleri absorblayarak kendileri için gerekli olan besinleri elde eder. Giysilerde, teknelerde, besinlerde küp oluşmasının sebebi de ayrıştırıcı canlılardır (**Görsel 3.24**). Bazı bakteriler ve bazı mantarlar ayrıştırıcı canlılara örnektir.



Görsel 3.24: Limonda küp oluşumu

► Araştırınız-Tartışınız

Bir ekosistemde ayrıştırıcılar olmasaydı ne olurdu?

3.1.2.3. Hem Otrotrof Hem Heterotrof

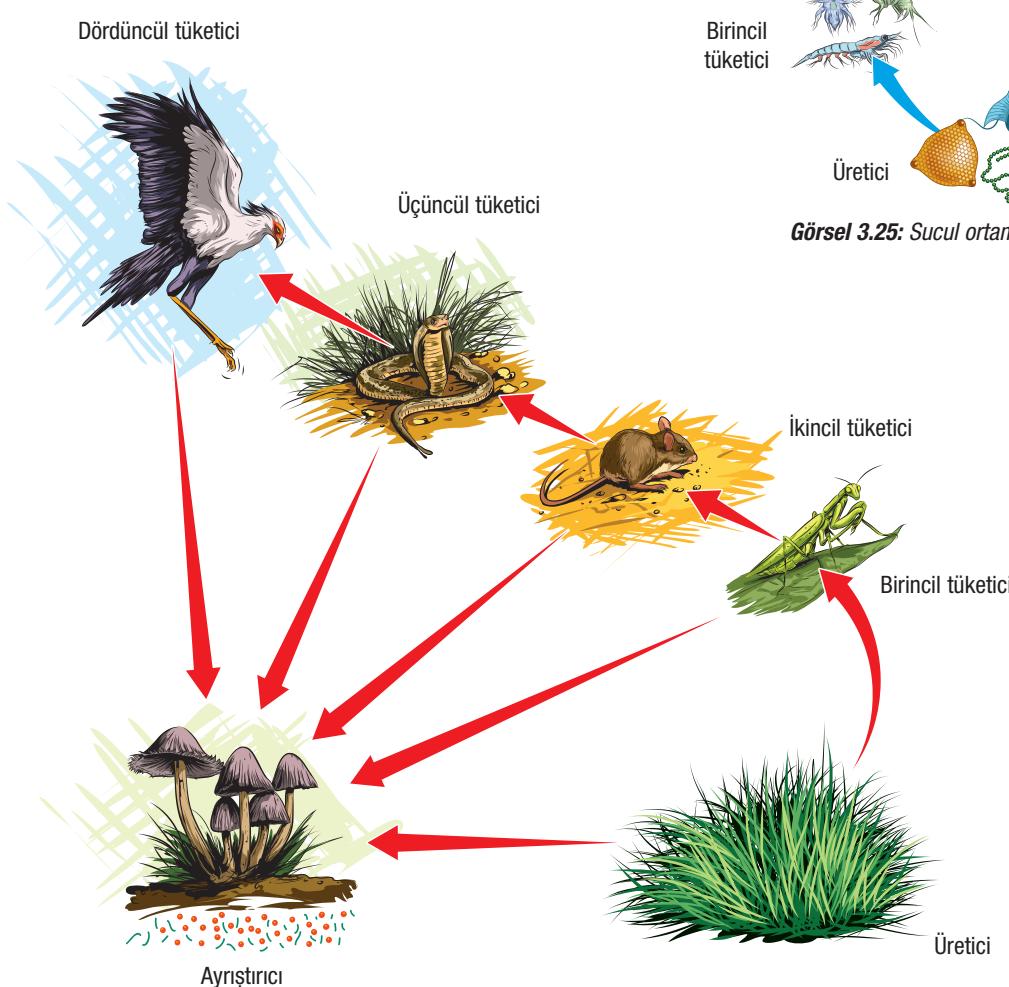
Hem üretici hem tüketici olan canlılara **hem otrotrof hem heterotrof** denir. Öglena hem otrotrof hem de heterotroftur. Öglena kloroplastları sayesinde fotosentez yapar. Ancak ışık olmadığında fotosentez yapamaz ve besinini dışarıdan hazır olarak alır.

3.1.3. EKOSİSTEMDEKİ ENERJİ AKIŞI VE MADDE DÖNGÜLERİ

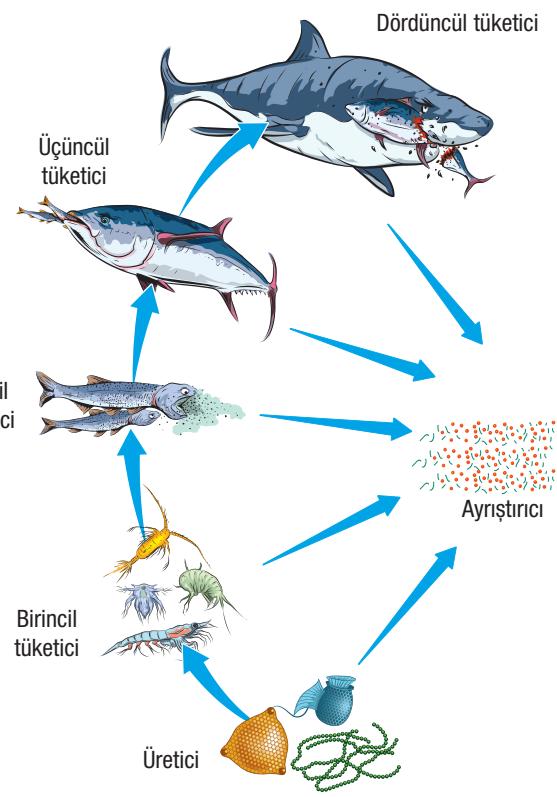
Ekosistemde canlılar birbirine birçok yöden bağımlıdır. Bu durum enerjinin ve maddelerin canlılar arasında kademeli olarak dolaşımını sağlar.

3.1.3.1. Besin Zinciri ve Besin Ağı

Canlılar doğadaki başka bir canlıyı besin olarak kullanırken kendileri de başka canlıların besini olur. Canlıların birbirlerini tüketmelerine göre sıralanması ve kimyasal enerjinin üreticilerden en üst basamakta bulunan tüketicilere doğru aktarılmasına **besin zinciri** denir (*Görsel 3.25* ve *Görsel 3.26*). Besin zinciri ne kadar kısa olursa tüketici canının elde edeceği kimyasal enerji de o kadar yüksek olacaktır.



Görsel 3.26: Karasal ortamda besin zinciri



Görsel 3.25: Sucul ortamda besin zinciri



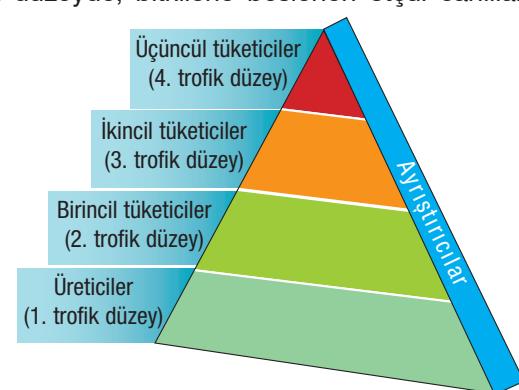
Doğada tek tür yiyecekle beslenen hayvan pek azdır. Örneğin bir geyik yalnız otları değil yabani meyveleri, ağaçların yaprak ve filizlerini de yiyebilir. Bir tilki de geyiği yiyebilir. Ancak tilki geyikten başka tavşan, fare, kuş, küməs hayvanları ve böcekleri yiyecek de beslenebilir. Bu yüzden besin zincirleri birbirinden belirli sınırlarla ayrılamaz çünkü birbirleriyle farklı şekillerde bağlantıları vardır. Karmaşık olan bu beslenme ilişkisini anlayabilmek için pek çok besin zinciri arasındaki bağlantıyı kurmak gereklidir. Birden fazla besin zinciri birlikte **besin ağını** oluşturur (*Görsel 3.27*).



Görsel 3.27: Ekosistemlerde görülen tipik bir besin ağı

Besin ağında canlıların enerji aktarımına bağlı beslenme ilişkilerini gösteren basamak **trofik düzey** olarak isimlendirilir. Fotosentez yapan canlılar birincil trofik düzeyde, bitkilerle beslenen otluk canlılar ikincil trofik düzeyde, otluk canlılarla beslenen karnivor canlılar üçüncü trofik düzeyde yer alır. Besin ağında bulunan canlıların beslenme ilişkilerini gösteren trofik düzeylerin sıralanması ile **besin piramidi** oluşturulur (**Görsel 3.28**). Ayrıştırıcılar hem üreticilerle hem de tüketiciyle ilişki hâlinindedir. Ayrıştırıcı olan bakteriler ve mantarlar, ölü organizmaları ve organik atıkları parçalayarak ayrıştırır. Bu yüzden her trofik düzeyde bulunur. Ayrıştırıcılar, madensel tuzların toprağa dönmesini sağlar. Böylece üreticiler bu besinleri tekrar kullanabilir ve besin zinciri tamamlanır.

Görsel 3.28: Besin piramidi ve trofik düzeyler



Görsel 3.28: Besin piramidi ve trofik düzeyler



3.1.3.2. Ekosistemdeki Enerji Akışı

Enerji, iş yapabilme gücü olarak tanımlanır. Tüm canlılar yaşamalarını devam ettirebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Bu yüzden ekosistem devamlılığı için enerji akışı oldukça önemlidir.

Bir ekosisteme enerji, güneş ışığı olarak girdikten sonra fotosentez yapan üreticiler tarafından kimyasal enerjiye dönüştürülür. Dönüşürülen bu enerji, beslenme yolu ile diğer canlılara aktarılır ve canlılar bu enerjiyi metabolik reaksiyonları için kullanır.

Üreticiler, güneş enerjisini kullanarak fotosentez ile besin üretir. Birincil tüketiciler, üreticilerle beslenir ve üreticiler tarafından dönüştürülen kimyasal enerjiyi kendi bünyelerine alır. Ancak birincil tüketiciler tarafından alınan enerjinin büyük bir kısmı ısı enerjisi olarak kaybedilir. İkincil ve üçüncü tüketiciler, diğer tüketiciler üzerinden beslenerek kimyasal enerjiyi bünyelerine alır ve bu enerjinin yine ısı enerjisi olarak büyük bir kısmı kaybolur (**Görsel 3.29**). Ayrıştırıcılar tarafından organik atıkların parçalanması esnasında da yine ısı açığa çıkar. Bir ekosisteme giren güneş ışığı enerjisi, toplamda çıkan ısı enerjisine eşittir.

D Araştırınız-Tartışınız

Neden av olan canlıların sayısı avcı olan canlılardan fazladır? Araştırınız.

Üçüncü tüketiciler, ikincil tüketicilerle beslenir ve daha az kimyasal enerji alır.



İkincil tüketiciler kimyasal enerjiyi birincil tüketicilerden sağlar.



Birincil tüketiciler, üreticilerle beslenir.



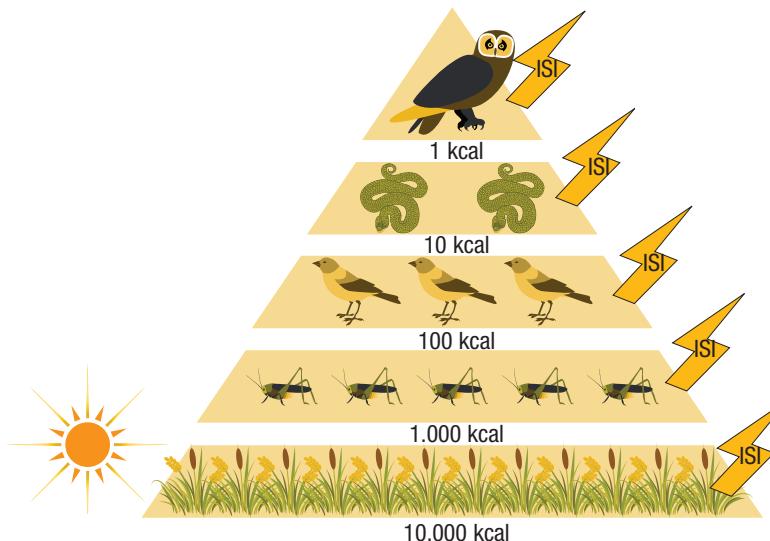
Üreticiler, güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürür.



Ayrıştırıcılar, organik atıkları inorganik maddeye dönüştürken ortama ısı kazandırır.

Görsel 3.29: Ekosistemdeki enerji akışı

Bir trofik düzeyin sahip olduğu enerjinin %10'u üst trofik düzeye aktarılabilir. Bu duruma **%10 yasası** denir (*Görsel 3.30*).



Görsel 3.30: Trofik düzeylerde aktarılan ve ısı alarak kaybedilen enerji

Araştırınız-Tartışınız

Biyolojik birimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkilerini araştırip sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.



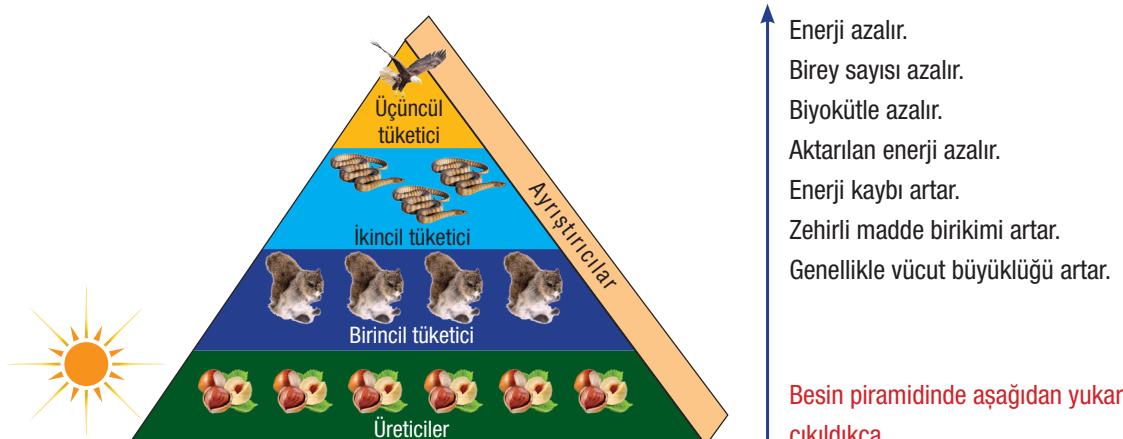
ETKİNLİK

Hava, toprak ve suda bulunan bazı kirleticiler, üreticiler yoluyla besin zincirine dâhil edilebilir. Besin piramidinin alt basamaklarında biriken zehirli maddeler, besin zinciri yoluyla besin piramidinin üst basamaklarına kadar taşınır. Besin piramidinin üst basamaklarında yer alan üst trofik düzeydeki canlılarda zehirli maddeler daha yoğun gözlenir. Bu durum **biyolojik birikim** olarak isimlendirilir. Cıva, kurşun gibi ağır metaller ve pestisitler biyolojik birikim yoluyla aktarılan maddelere örnek verilebilir. 1932'den 1968'e kadar Japonya'da bulunan bir kimyasal tesisteki atık suların Minamata sahillerine bırakılmasıyla suya cıva karışmıştır. Cıva öncelikle bakteriler tarafından metil civaya ve dimetil civaya dönüştürülmüştür. Metil cıva planktonlara, ardından besin zinciri yoluyla balıklara, daha sonra ise balıkları yiyan insanlara geçmiştir. Bu sebeple birçok insan hastalanmış ve 1956 yılında resmî olarak buna Minamata hastalığı adı verilmiştir. 1784 kişi bu hastalıktan hayatını kaybetmiştir.

Besin piramidinde üreticilerden üçüncü tüketimlere çıktıktan sonra canlıda biriken zehirli madde fazlalığının sebebi, canının beslenmesi için fazla miktarda besin tüketmesidir. Besin piramidinde üst kısımlara doğru aktarılan enerjinin azalmasına bağlı olarak biyokütle de azalır. Ayrıca trofik düzeyler arasında kaybedilen enerji ve organizmaların vücut büyülügü artar (*Görsel 3.31*).

Araştırınız-Tartışınız

İnsan varlığının ekosistemlere etkisi nedir? Araştırarak tartışınız.



Görsel 3.31: Besin piramidinde üreticilerden üçüncü tüketimlere gidildikçe değişen özellikler

DENEY
3.1

Akvaryum Hazırlıyorum



Deneyin Amacı

Su ekosistemindeki üretici ve çeşitli düzeylerdeki tüketicilere sahip bir akvaryum hazırlama

Ön Araştırma

Su ekosisteminde bulunan canlıları ve beslenme tiplerini araştırınız.

Arac Gereciler

Temiz bir cam fanus, su ve araştırmanız sonucu belirlediğiniz su besin zincirinde bulunması gereken canlılar

Uygulama

- ▶ Su ekosisteminde bulunan canlıları, yaşam alanlarını ve beslenme tiplerini içeren bir rapor hazırlayınız.
 - ▶ Hazırladığınız rapordaki canlıların beslenmelerini ve besin piramidindeki birey sayısını göz önüne alarak bir besin zinciri oluşturacak şekilde yapay bir su ekosistemi olan akvaryum hazırlayınız.

Değerlendirme

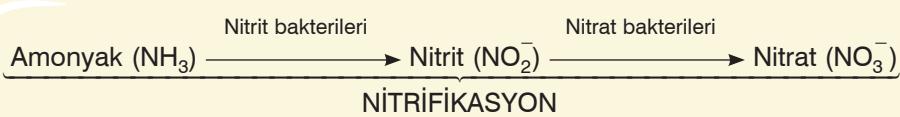
- ➡ Akvaryumunuza sınıfa getirerek arkadaşlarınıza sunumunuza yapınız.
 - ➡ Akvaryumunuzda hangi canlılar yer aldı? Bu canlıları seçme nedeniniz nedir?
 - ➡ Sınıfınızda farklı canlılar içeren akvaryumlar var mı?
 - ➡ Hazırladığınız akvaryumda başka hangi canlı türlerinin yaşayabileceğini sınıfta tartışınız.

3.1.4. EKOSİSTEMDE MADDE DÖNGÜLERİ

Ekosistemde var olan tüm kimyasal elementler, çevre ve canlılar arasında döngü hâlindedir. Doğada bulunan bazı elementler canlıların yaşam döngüleri için önemlidir. Özellikle karbon, oksijen, hidrojen ve azot gibi bazı temel elementlere canlılar yüksek miktarda ihtiyaç duyar. Ekosistemin devamlılığı için elementlerin ekosisteme geri kazandırılması gereklidir.

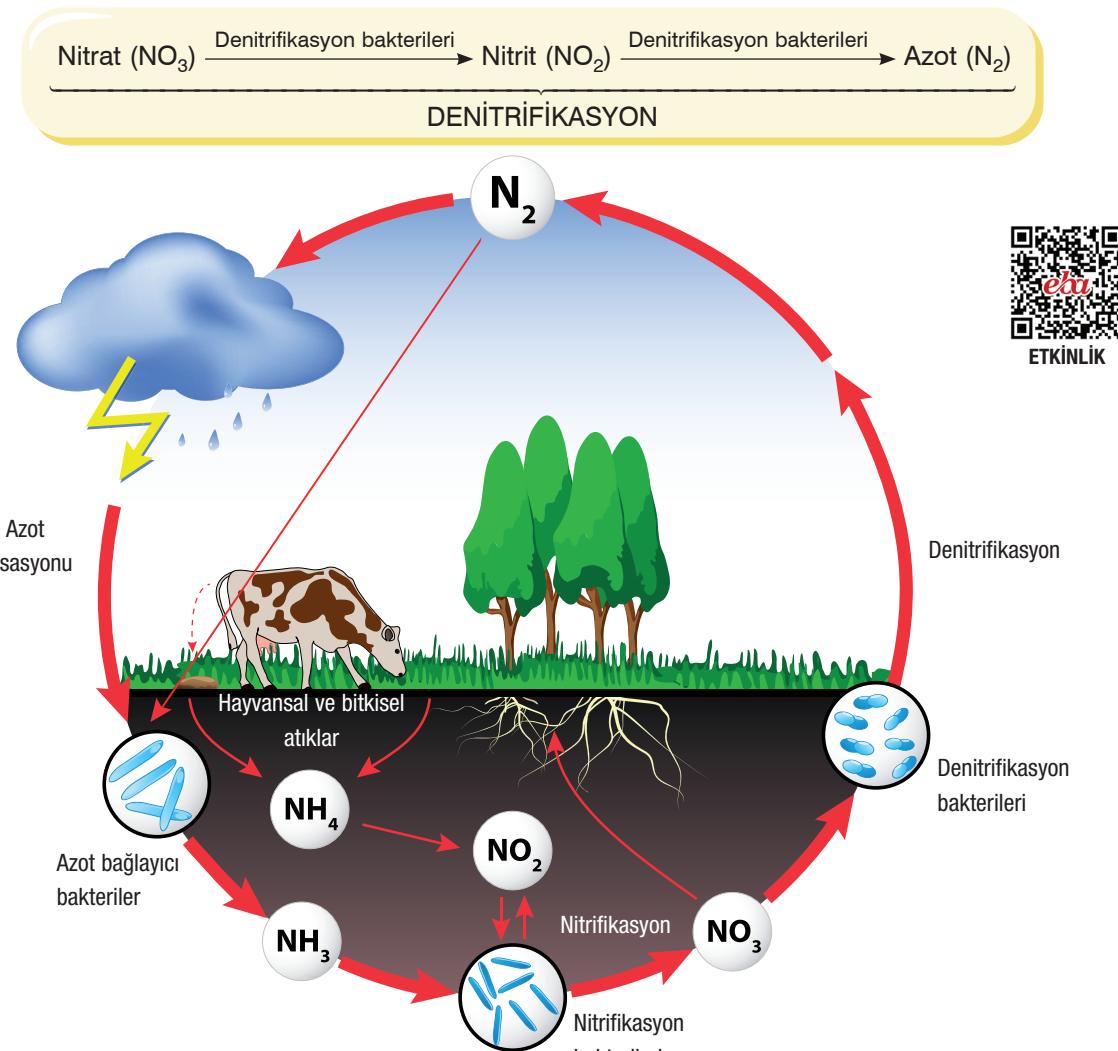
3.1.4.1. Azot Döngüsü

Atmosferde yaklaşık %78 oranında bulunan azot, protein ve nükleik asitlerin önemli bir bileşenidir. Ancak atmosferde serbest olarak bulunan azot canlılar tarafından doğrudan kullanılamaz. Azotun canlıların çoğunluğu tarafından kullanılabilmesi için azot fiksasyonu gereklidir. Azot fiksasyonunda öncelikle toprakta bulunan azot bağlayıcı bakteriler tarafından azot (N_2), nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) gibi bileşiklere dönüştürülür. Baklagillerin kök yumrularında serbest yaşayan azot bağlayıcı bakteriler, serbest yaşayan azotobakteriler ve bazı siyanobakteriler atmosferdeki serbest azotu tutup toprakta nitrat tuzlarına dönüştürür. Buna **biyotik azot fiksasyonu** denir. Yıldırım ve şimşek gibi atmosferik olaylar sebebiyle atmosferdeki azot yağmurla toprağa geçer. Buna da **abiyotik azot fiksasyonu** denir. Amonyak toprağa bırakılır ve nitrifikasyon bakterileri tarafından önce nitrite (NO_2^-), sonra nitrat (NO_3^-) dönüştürülür. Bu olaya **nitrifikasyon** denir.



Nitrifikasyon sonucunda amonyak, bitkilerin kullanabileceği nitrata dönüşmiş olur. Bitkilerin nitrati topraktan alıp protein gibi önemli moleküllerin oluşumunda kullanılması ile azot, besin zincirine katılır.

Bitkilerin ya da hayvanların metabolik faaliyetleri sonucu atık üretmeleri ya da ölmeleri ile bazı ayırtıcılar devreye girer ve azot amonyak formuyla tekrar toprağa kazandırılır. Toprakta bulunan denitrifikasyon bakterileri tarafından nitrit veya nitrat, azot gazı şeklinde atmosfere geri verilir. Bu olaya **denitrifikasyon** denir (**Görsel 3.32**).



Bilinçsiz gübreleme sonucu ortamda bulunan azot miktarının artması, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve insanlarda çeşitli sağlık sorunlarının ortayamasına neden olur. Örneğin toprak verimliliğini artırmak için azotlu gübre verilen otlak alanlarında doğal türlerin yok olduğu, bunun yerine yabancı ot türlerinin ortaya çıktığı görülmüştür.

Araştırınız-Tartışınız

Toprakta bulunan denitrifikasyon bakterilerinin populasyonunda aşırı bir artış meydana gelirse bu durum diğer canlıları nasıl etkiler? Tartışınız.

3.1.4.2. Karbon Döngüsü

Fosil yakıtlar, okyanuslardaki çözünmüş karbon bileşikleri, kireç taşları, sucul ekosistemlerdeki sedimentler ve canlıların biyokütleleri doğadaki karbon kaynaklarıdır. Karbonun en önemli deposu karbondioksit (CO_2) içeren atmosferdir. Diğer önemli karbon depoları ise deniz suyunda çözünmüş karbon bileşikleri, fosil yakıtlar ve kireç taşı kayaçlarıdır.

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Karbon döngüsünün ilk aşamasında fosil yakıtların yakılması, canlıların solunum yapması, volkanik patlamalar, orman yangınları ve canlıların çürümesi sonucu açığa çıkan karbondioksit atmosfere yayılır. Atmosferdeki karbondioksit karada bitkiler, okyanusta fitoplanktonlar (bitki benzeri, mikroskopik canlılar) tarafından kullanılır ve fotosentez yoluyla besine çevrilir. Besine çevrilen karbon bitkiler ve hayvanlar tarafından enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Karbon canlı solunumu ve çürüme sonucu atmosfere tekrar yayılır. Karbon döngüsü bu şekilde devam eder (**Görsel 3.33**).

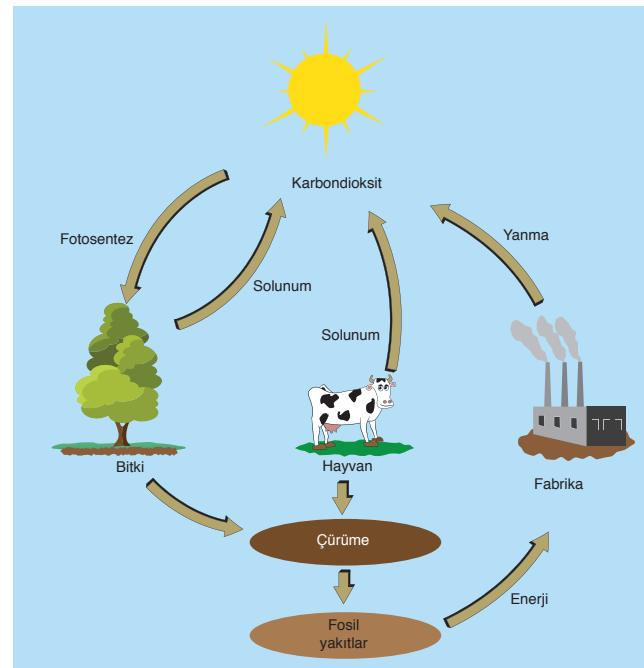
Sanayi Devrimi ile birlikte atmosferde bulunan CO_2 miktarı artmış ve bununla birlikte sera etkisi oluşmuştur. Sera etkisi, CO_2 ve diğer bazı zararlı gazların atmosferde bulunan yoğunluklarının artması sonucunda yerkürenin ısınması olayıdır. Son zamanlarda ormandaki ağaçların çeşitli sebeplerle katledilmesi, fosil yakıt tüketiminin ve tarımsal etkinlıklarının artması, atmosfer ile toprak arasındaki dengeyi değiştirmektedir.

3.1.4.3. Su Döngüsü

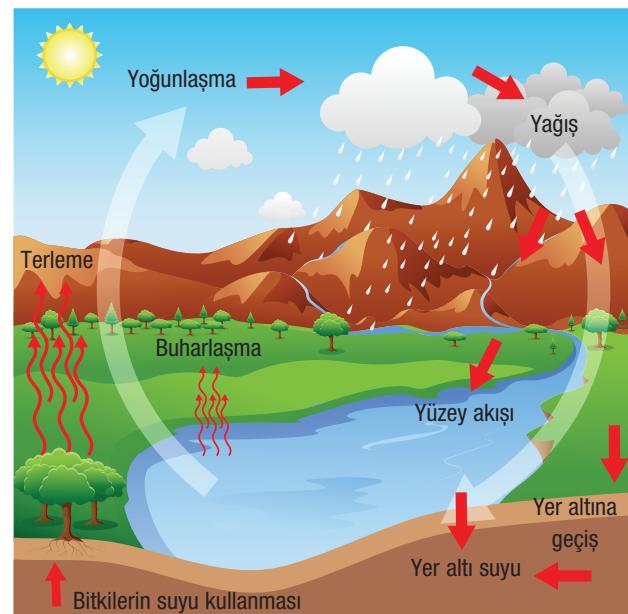
Yeryüzündeki suyun büyük bir kısmı okyanuslarda, buzullarda, denizlerde, göllerde ve nehirlerde bulunur. Su döngüsü sayesinde yeryüzünden atmosfere, atmosferden ise yeryüzüne su geçişleri olur (**Görsel 3.34**).

Bilgi Kutusu

Dünya'nın yağış alan bölgelerinin %80'ini okyanuslar oluşturduğu için okyanuslara düşen yağmur miktarını belirlemek hem çok önemli hem de zordur. 2016'da yapılan bir çalışmaya dalgaların çarpan yağmur damlalarının sesi izlenerek okyanuslara düşen yağmur miktarı belirlenmiştir.



Görsel 3.33: Karbon döngüsü



Görsel 3.34: Su döngüsü

Su döngüsünde birçok aşama bulunur. Bunlar yağış, yoğunlaşma, terleme, buharlaşma, yüzey akışı ve yer altı sularının okyanuslara taşınmasıdır. Güneş'ten gelen ışıyla buharlaşan yüzey suları atmosferde yoğunlaşarak bulutları oluşturur. Bulutlar rüzgar yoluyla atmosferde farklı noktalara taşınır. Atmosferde nem oranının yüksek olduğu yerlerde ise bulutlardaki su; kar, yağmur ve dolu gibi farklı şekillerde yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne ulaşan sular nehir, göl, dere ve bataklıklara karışır. Yeryüzüne ulaşan suyun bir kısmı bitkiler tarafından kullanılır ve terleme yoluyla atmosfere salınır. Bir kısmışa toprak tarafından emilip yeraltımda birikir. Yeraltı sularının bir kısmı kaynak suyu olarak yeryüzüne çıkar, diğer bir kısmışa denizlere ve okyanuslara taşınır. Su döngüsü bu şekilde devam eder.

Ormanlık alanların yok edilmesi, suyun bitkiler tarafından terleme yoluyla atmosfere geri kazandırılmasını engeller. Yağmur ormanlarının büyük bir kısmı tarım arazisi açmak amacıyla yok edilmiştir. Bu durum atmosfer ile kara arasında gerçekleşen su döngüsünü olumsuz şekilde etkiler.

Bilgi Kutusu

Yeryüzündeki suyun yaklaşık %98'i okyanuslarda, %0,001'den daha azı atmosferde bulunur.

OKUMA PARÇASI

Azot Kirliliği Ekosisteme Zarar Veriyor

Tarımsal bitkileri gübrelemek için kullanılan sentetik azotlu bileşikler gittikçe artan dünya nüfusunu beslemek bakımından önemli rol oynuyor, ancak aynı zamanda atmosferi, toprağı ve suyu kirleterek yaşadığımız çevreye çok büyük zarar veriyor. Nature'da (Neyçir) yayımlanan ve 21 ülkeden 200 uzman tarafından ortaklaşa gerçekleştirilen bir çalışmada, azot kirliliğinin Avrupa'ya zararının yıllık 70-320 milyar avro arasında değiştiği belirtiliyor. Azot kirliliğinin küresel ısınmaya ve biyoçeşitliliğin azalmasına olan etkisi de dikkate alınarak hesaplanan bu ekonomik kayıp, azotlu gübrelerin kullanımı sonucu elde edilen kârdan neredeyse iki kat daha fazla. Uzmanlara göre doğada kendiliğinden oluşan azot döngüsü geçtiğimiz son yüzyılda uygulanan tarımsal faaliyetlerden hayli etkilendi. Açıga çıkan zararlı azotun yaklaşık %80'i tarımsal faaliyetler, özellikle de hayvancılık sektörü için yetiştirilen yem bitkilerinin gübrelenmesiyle oluşuyor. Aslında soluduğumuz havanın %78'inde bulunan ve vücudumuzun yaklaşık %3'ünü oluşturan azotun kendisi sorun yaratmıyor. Hava da bulunan azot, durgun moleküller azot (N_2) hâlinde ve hiçbir kimyasal tepkimeye girmiyor. Sorun olan, yaşadığımız çevreye büyük hasar veren azot yani reaktif azot olarak adlandırılan bileşiklerdeki azot. (...) Değişmiş elektron yapısına sahip olan bu reaktif azot bileşiklerinin başlıca kaynağı sentetik gübreler ve aynı zamanda karbon kirliliğine de neden olan yanmış fosil yakıtlar. Tüm bitkiler büyümek için reaktif azota ihtiyaç duyar. Ancak gübrelerdeki azotun yaklaşık %50'sini bitkiler alır. Bitkilerdeki azotun %10-15 kadarı insanlar tarafından alınır. Geri kalanı toprağa, yer altı sularına ve nehirlere karışır, buradan da okyanuslara kadar taşınır. (...) Bunun sonucunda da küresel ısınma, insanlarda solunuma bağlı rahatsızlıkların artması, tarımsal ürünlerde verim kaybı, biyoçeşitliliğin azalması, asit yağmurları ve okyanuslarda oksijeni tüketen alglerin baskın hâle gelmesiyle deniz ürünlerinin azalması gibi çok önemli zararlar meydana geliyor. Azot kirliliği okyanusların büyük bir kısmını ölü alan hâline çevirebilir. Bunun en canlı örnegini Meksika Körfezi'nde görüyoruz. Azotlu gübre atıkları yüzünden Meksika Körfezi'nde yaklaşık 15 km^2 lik bir alanda oluşan azot protoksit (nitrous oxide, bir çeşit sera gazı) sonucunda tüm bu alanda biyolojik yaşam sona ermiş durumda. Uzmanlar, duyarlı ve etkin bir şekilde yapılan tarımsal uygulamaların bu sorunu birazcık olsun çözebileceğini düşünüyor. Örneğin gübrelenecek alanın ne kadar azota ihtiyacı olduğunu hesaplayan bilgisayar programları kullanılabilir, gübre ve pis su atıklarının daha etkin bir şekilde geri dönüşümü yapılabilir, organik tarım uygulamaları artırılabilir. (...)

Bilim ve Teknik, (2011, Mayıs), Sayı 522, s. 6.

(Kısaltılmıştır.)

2. BÖLÜM

GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN



Anahtar Kavramlar

Çevre sorunu

Karbon ayak izi

Ekolojik ayak izi

Su ayak izi

Küresel İklim Değişikliği Ekosistemlere Ne Yapar?

Küresel iklim değişikliği doğrudan ve dolaylı sonuçlarıyla doğal ekosistemleri her geçen gün daha fazla etkiliyor. Buysa sayısız insan etkinliğinden dolayı zaten hassas durumda olan pek çok canlı türünün ve ekosistemin sürdürülebilirliğini tehdilkeye sokuyor. (...)

İklim değişikliği deniz seviyesinde yükselmelere sebep oluyor. Sadece buzulların ve kara buzlarının erimesi değil ısınan deniz suyunun hacimce genişlemesi de bu yükselmeye katkıda bulunuyor. (...) Deniz seviyesinin yükselmesi sadece kıyı şeridinin içeri çekilmesine değil aynı zamanda haliçlerdeki ve koylardaki tuzluluk oranı ve su akıntılarında da değişikliklere sebep oluyor.

Küresel iklim değişikliği su döngülerinde de önemli değişimlere sebep oluyor. Baharda karın erken erimesi, nehirlerin azami debilerine daha erken ulaşması, dağ buzullarının erimesi, kutuplarda yazın buz miktarındaki çarpıcı düşüş bunlardan bazıları. Kış yağışları kar değil de yağmur olarak düşer ve dağlardaki kar yükü daha erken erirse doğal yaşamın ve tarımsal etkinliklerin suya en çok ihtiyaç duyduğu yaz boyunca yavaş biçimde salınabilecek, kar şeklinde depolanmış su miktarı daha az olur. Uzun süreli ve şiddetli kuraklıklar, aşırı şiddetli yağışlar ve kasırgalar gibi uç hava olaylarının sıklığının artması da yine küresel iklim değişikliğiyle ilişkilendirilen olaylar arasında. Küresel iklim değişikliği Kuzey Kutbu buzullarını da etkiliyor. (...)

İnsan etkinliklerinden kaynaklı olarak salınan karbondioksidin yaklaşık üçte biri çoktan okyanuslar tarafından emildi. Bu, atmosferdeki karbondioksit oranındaki yükselmeyi ve küresel ısınmayı hafifletti. Ancak karbondioksit suda çözünunce suyu asitleştirme yani suyun pH'sini düşürme etkisine sahip karbonik asit oluşuyor. Bu da okyanus sularının kimyasal özelliğinin değişmesi anlamına geliyor. Böyle bir değişimden deniz ekosistemleri üzerinde kapsamlı etkileri olacağı düşünülüyor. (...)

Kara ve deniz ekosistemlerinde fenolojik değişimler (örneğin yaprak açma, çiçek verme zamanlarında, göç etmede ve üreme zamanlarında), türlerin dağılımındaki, yaşama birliklerinin yapısındaki, türlerin etkileşimlerindeki, ekosistemlerin işleyişi ve üretkenliğindeki değişimler gibi pek çok değişim gerçekleşiyor. Bazı türler yeterince hızlı yer değiştiremedikleri ya da uyum sağlayamadıkları için karşı karşıya kaldıkları yok olma riski daha yüksek oluyor. Sonuçta bulut ormanları ve mercan resifleri gibi ekosistemler, bütün olarak mevcut durumlarındaki işlevlerini sürdürmez hâle gelebiliyor. (...)

Bilim ve Teknik, (2011, Eylül), Sayı 526, s. 52-59.

(Kısaltılmıştır.)

- Küresel iklim değişikliği nedir?
- Küresel iklim değişikliğinin cansız ortama etkisi nedir?
- Küresel iklim değişikliğinin canlılar üzerindeki etkileri nelerdir?
- Küresel iklim değişikliği okyanus sularının pH'sini hangi yönde değiştiriyor?
- Ekosistemleri olumsuz etkileyen diğer çevre sorunları nelerdir?



3.2. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Canlı varlıkların hayatı bağlarla bağlı oldukları, etkiledikleri ve etkilendikleri mekân birimlerine **canlıların yaşam ortamı** veya **çevre** denir. Dünyada hızla artan nüfusa paralel olarak plansız kentleşme, sanayileşme, enerji kullanımı, su kullanımı, atık çeşitliliği ve atık oluşumu, nükleer denemeler, hava kirletici kaynaklar ve bu kaynakların yoğunluğu, kullanılan tarm ilacıları, yapay gübreler ve deterjan gibi kimyasal maddelerin kullanımı da artmıştır. Bu artış giderek çevre kirliliğine neden olmuş ve çevre sorunları ortaya çıkmıştır. Çevre sorunları, tüm dünyayı olumsuz yönde etkileyen, ekolojik sistemlerde bozulmalar meydana getiren çevresel bozulmalardır. Küresel çevre sorunları arasında küresel iklim değişikliği, çölleşme, biyolojik çeşitliliğin azalması, ormansızlaşma, ozon tabakasının tahribatı, asit yağmurları, hava, su ve toprak kirliliği, tehlikeli atıklar, doğal kaynakların tükenmesi, deniz ve okyanus kirliliği, okyanusların asitlenmesi öne çıkmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de birtakım çevre sorunları bulunmaktadır. 2019 yılı verilerine göre illerin öncelikli çevre sorunları erozyon, atıklar, hava, su ve ses kirliliğidir (**Görsel 3.35**).

Bilgi Kutusu

Türkiye'de 1999 yılından bu yana çevre sorunları ve çevre sorunlarının önceliklendirilmesi çalışmaları devam ettirmekte ve periyodik olarak kamuoyuna bu değerlendirmeler aktarılmaktadır.



Çevrenin korunmasında yapılması gereken en önemli çalışma kamuoyu bilincinin ve bu faaliyete katılımın artırılmasıdır. Çevre eğitimi ile insanlar ekolojik dengeyi ve bu denge içindeki rolleri anlayacaklar, çevreye karşı daha çok sorumluluk duyan, daha bilgili ve daha katılımcı bireyler hâline geleceklerdir. Bu, her vatandaşın görev ve sorumluluklarındandır.

Bilgi Kutusu

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, hava kalitesi izleme istasyonları web sitesinden yaşadığınız ilin hava kalitesi indeksine ulaşabilirsiniz.

3.2.1. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİN AZALMASI

Bir ekosistemde, bölgede ya da dünyada yaşayan canlı türünün neslinin tükenmesi, biyolojik çeşitliliğin azalmasına anlamına gelir. Habitatların tahrip edilmesi, yabancı türlerin ortama girmesi ve ortamındaki kaynakların aşırı kullanımı biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır.

Habitatların insanlar tarafından tahrip edilmesi, biyosferdeki biyolojik çeşitlilik için büyük bir tehlike yaratmaktadır. Nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan veya nesli tükenmiş türlerin %73'ünün habitatları tahrip edilmiştir. Özellikle büyük bölgelerdeki habitat yıkımları birbiri ile etkileşim içinde olan ekosistemi birbirinden ayırmaktadır (**Görsel 3.36**). Bu durum tür kayıplarına neden olmaktadır.



Görsel 3.36: Borneo'daki yağmur ormanlarının tahribi

Biyolojik çeşitliliğin azalmasının nedenlerinden bir diğeri yabancı türlerin ortama girmesidir. İnsan faaliyetleriyle kendi doğal yaşam ortamından yeni bir yaşam ortamına taşınan türler **yabancı türler** olarak adlandırılır. 1750'lardan beri kaydedilen biyolojik çeşitliliğin %40'ının sebebi, yabancı türlerdir. Örneğin Avrupa kızıl tilkisi Avustralya'ya getirilmiş ve o bölgede yaşayan bazı yerli memeli hayvanların neslinin tükenmesine neden olmuştur (**Görsel 3.37**).

Biyolojik çeşitliliği azaltan bir diğer etken ise aşırı kullanımdır. Aşırı kullanım, yabanıl hayvan ve bitkilerin kendini yenilemeye yeteneğinin çok üstünde tüketilmeleridir. Örneğin Afrika filleri, fil dişi için kaçak avlanmaktadır (**Görsel 3.38**). Bu nedenle son 50 yılda Afrika'daki fil popülasyonunda ciddi azalmalar meydana gelmiştir. Bir diğer örnek ise aşırı balıkavidır. Yılın belli dönemlerinde balık avının yasak olmasına rağmen ticari bakımından önemli olan birçok balık türünde azalmalar görülmektedir.

Bir türdeki azalma veya yok oluş, onunla beslenen diğer türleri de etkilemektedir. Avcı türün ya da avın yok olması besin zincirinde bozulmalara neden olmaktadır. Besin zincirindeki bozulmalar ise ciddi çevre sorunlarını meydana getirmektedir. Çevrenin asli değerine karşı saygılı olmamız gerekmektedir. Biyolojik çeşitlilikte tüm türler doğrudan ya da dolaylı olarak birbirine bağlıdır. Kendi sağlığımız ve diğer canlılar için biyolojik çeşitliliği korumamız gerekmektedir.



Görsel 3.37: Omnivor olan Avrupa kızıl tilkileri, Avustralya'da çok hızlı yayilarak ekolojik sorunları gündeme getirmiştir.



Görsel 3.38: Fil dişi, oymacılığın ve yontmacılığın pahali ham maddesidir.

3.2.2. HAVA KİRLİLİĞİ

Atmosferin yeryüzüne yakın katmanlarının %78'i azot, %21'i de oksijenden meydana gelmektedir. %1'i ise su buharı, argon, karbon dioksit, neon, helyum, metan, kripton, hidrojen, ozon, ksenon gibi bileşik ve elementlerden oluşur. **Hava kirliliği**, atmosferde toz, duman, gaz, su buharı şeklindeki kirleticilerin insan ve diğer canlılara zarar verecek düzeye erişmesidir. Hava kirliliği ekosistemdeki döngüler bozmakta ve insan sağlığını ciddi şekilde etkilemektedir.

Hava kirliliğinin en önemli etkenleri, bitkilerin tahrif edilmesi, orman yangınları, ısınma amaçlı fosil yakıt tüketimi, sanayi faaliyetleri için kullanılan yakıtlar ve motorlu taşıt egzozlarıdır. Yapılan incelemelerde, hava kirliliğinin yaklaşık %60'ına egzoz gazlarının neden olduğu tespit edilmiştir (**Görsel 3.39**). Artan araç kullanımı ile kükürdioksit, karbon monoksit, hidrokarbon, azot oksit, kurşun bileşikleri gibi zararlı gazlar atmosferde birikir.

Fosil yakıt tüketimi ile açığa çıkan CO₂ miktarı artış göstermektedir. ısınma amacıyla kullanılan düşük kaliteli kömür ile kullanılan kazanların düzenli bakımlarının yapılmaması özellikle kiş aylarında hava kirliliğinin daha çok hissedilmesine neden olmaktadır.

Sanayi tesislerinde kükürtçe zengin maddelerin işlenmesi sonucunda kükürt düzeyi yüksek gazların atmosfere kontrolsüz bırakılması da hava kirliliğini ciddi şekilde artırmaktadır (**Görsel 3.40**). Hava kirliliği, sanayi tesisleri çevrelerinde bulunan tarım ürünlerini, bitki örtüsünü ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir.

Dünyamızı saran atmosfer tabakası çeşitli katmanlardan meydana gelmiştir. Bu katmanlardan biri de ozon tabakasıdır. Bu tabaka Güneş'ten gelen zararlı ultraviyole (UVB, UVC) ışınlarının dünyaya ulaşmasını engellemektedir. Dolayısıyla koruyucu bir filtre görevi yapmaktadır. Ozon tabakası, Sanayi Devrimi ile birlikte atmosferde konsantrasyonu hızla artan çeşitli türdeki kirletici gazlardan dolayı zarar görmüştür. Bu tabakanın zarar görmesi özellikle cilt kanseri vakalarının artmasına neden olur.

Hava kirliliğini önlemek için alınabilecek önlemlerden bazıları şunlardır:

- ✓ Ormanların tahribi önlenmeli ve yeşil alanlar artırılmalıdır (**Görsel 3.41**).
- ✓ Fosil yakıt kullanımının yerine enerji kaynağı olarak güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji kullanımı teşvik edilmelidir.
- ✓ Doğal gaz kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
- ✓ Pencere, kapı ve bina izolasyonu yapılmalıdır.
- ✓ Kalorifer ve doğal gaz kazanlarının periyodik olarak bakımı yapılmalıdır.

Bilgi Kutusu

Vücut sağlığımız için son derece önemli olan ve mikroflora olarak adlandırılan doğal mikroorganizmalar hava kirliliği olan bölgelerde yaşayan insanlarda sayıca daha azdır.



Görsel 3.39: Egzoz gazları hava kirliliğine sebep olmaktadır.



Görsel 3.40: Fabrikalar çevreyi kirletmemek için gerekli önlemleri almalıdır.



Görsel 3.41: Hava kirliliğini önlemek için ağaçlandırma yapılmalıdır.

- ✓ Fabrikalar yaşam bölgelerinden uzağa kurulmalıdır.
- ✓ Sanayi tesislerinin çevresi ağaçlandırılmalıdır.
- ✓ Fabrikalara filtre sistemleri kurulmalıdır.
- ✓ Ulaşımda toplu taşıma araçları kullanılmalıdır.
- ✓ Araçların egzoz gazı emisyon ölçümü periyodik olarak yapılmalı.
- ✓ Alternatif enerji kullanan motorlu taşıtlar tercih edilmeli ve özendirilmelidir.

Artan hava kirliliği; başta çeşitli solunum yolu hastalıkları, kalp ve damar yolu hastalıkları, kanser,immünolojik değişiklikler olmak üzere daha birçok hastalığa neden olmaktadır (**Görsel 3.42**).



Görsel 3.42: Hava kirliliği çeşitli solunum yolu hastalıklarına neden olur.

► Bilgi Kutusu

Dünya genelinde çöplerin %40'ından fazlası (günde 1,1 milyar ton) kontrollsüz bir şekilde yakılmakta ve bu durum hava kirliliğine neden olmaktadır.

3.2.3. SU KİRLİLİĞİ

Dünya'nın dörtte üçü sudur. Dünyanın canlıların yaşamına uygun olmasının temel sebebi bol miktarda su içermesidir. Ayrıca su birçok canının yaşam alanını oluşturmaktadır. İnsanoğlu her zaman su kenarlarında yaşamayı tercih etmiş, uygarlıklar ve şehirler su kenarlarında kurulmuştur. Bugün dünya nüfusunun yaklaşık %70'i deniz ve okyanus kenarlarında yaşamaktadır.

Tüm organizmalarda en çok bulunan bileşen sudur ve suyun varlığı hayatı önem taşır. Canlılar açlığa bir süre dayanabilsse de susuzluğa o kadar uzun süre dayanamaz. Sıcak yaz günlerinde insanların en yakın dostu olan hayvanlar için sokağınıza bir kap içme suyu bırakabilirsiniz. Bu bizim insanı sorumluluklarımızdan biridir.

Su kirliliği okyanus, deniz, nehir, göl ve yer altı sularında görülen kirliliği ifade etmektedir. Su kirliliği 1960'lı yıllarda bu yana insanlık için endişe verici duruma ulaşmıştır.

Suları kirleten kaynaklar; evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar olmak üzere üç başlık altında ele alınmaktadır.

Evsel atıklar, ev ihtiyaçlarının giderilmesinde kullanılan suyun arıtılmadan akarsu ve nehirlerde verilmesi ile suyu kirletmektedir (**Görsel 3.43**). 19. yüzyıl başında Avrupa'da birçok ülke, lağım sularını nehirlerde akıtarak yer üstü ve yer altı su kaynaklarının kirlenmesine yol açmıştır.



Görsel 3.43: Evsel atıklar, su kaynaklarını kirletmektedir.

► Araştırmanız-Tartışınız

Türkiye'de yılda 1.500.000 ton bitkisel yemeklik yağ kullanılmaktadır. Bu yağdan yaklaşık olarak 350.000 ton atık yağ oluşmaktadır.

Bitkisel atık yağların çevreye verdiği zararları ve alabilecek önlemleri araştırınız ve sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Endüstri kuruluşlarının atık sularını arıtmadan su kaynaklarına bırakmaları, endüstriyel bazlı su kirliliğine yol açmaktadır (**Görsel 3.44**). Hatta toprağa gömülü endüstriyel atıklar, yağmur suları ve sizıntılarla birlikte yer altı sularında kirliliğe de neden olmaktadır.

► Bilgi Kutusu

1 litre atık yağı, 1 milyon litre içme suyunu kirletebilir.



Görsel 3.44: Endüstriyel atıklar, su kirliliğine neden olmaktadır.

Tarımsal atıkların yol açtığı su kirliliğine ise bilinçsiz yapılan suni gübreleme ve zararlılarla mücadele ilaçlarının kullanımı neden olmaktadır.

Ötrophikasyon da kıyı alanlarda tür dağılımını ve ekosistemi olumsuz etkileyen bir çevre sorunudur. Ötrophikasyon; besin elementlerinin (genellikle fosfor ve azot bileşikleri) neden olduğu, göl, haliç ve kıyı alanlarda meydana gelen, planktonların aşırı büyümesini tetikleyen bir süreçtir. Bu organizmaların aşırı üremesi sonucu suyun alt kısımlarına ışık geçemez. Organizmalar ölmeye başladıkça sudaki oksijen ve berraklık azalır, oksijensiz ortamda üreyen canlıların sayısı artmaya başlar. Bu olaya **ötrophikasyon** denir.

Suyun çeşitli nedenlerle kirlenmesi, birçok bitki ve hayvanın yaşam alanlarının ve koşullarının değişmesine neden olmaktadır. Bu kirlilik özellikle suda yaşayan biyolojik çeşitliliğin yokmasına neden olmaktadır (**Görsel 3.45**).

Suların kirlenmesi, insan sağlığına da zarar verir. Örneğin tifo, kolera gibi hastalıklar sularla bulaşmaktadır. Sulardaki kimyasal maddelerin meydana getirdiği kirlilik ise kansere neden olmaktadır.



Görsel 3.45: Su kirliliği suda yaşayan canlıların yokmasına neden olur.

OKUMA PARÇASI

Denizlerdeki Cıva Miktarı Giderek Artıyor

Cıva çok az miktarlarda dahi canlı sağlığını ciddi şekilde tehdit eden bir element. Doğadaki cıva miktarı insanoğlunun kömür yakma, çimento üretme ve madencilik gibi etkinlikleri ile devamlı olarak artıyor. İnsanların cıva ile ilgili maruz kalabileceği ciddi risklerden biri de tüketikleri deniz canlıları. Çevreye yayılan cıva okyanuslara ve su yollarına dağıldığında tükettiğimiz balıkların ve deniz canlılarının bünyesine girerek bizler için ciddi tehlike oluşturuyor. Daha büyük balıklar küçük balıkları tüketikçe cıva zincirinde ilerliyor. Vücutta giderek miktarı artan cıva ton balığı, kılıç balığı, köpek balığı, orkinos gibi balıkların vücutlarında, yaşadıkları çevrenin 10.000 katı daha yoğun hâle gelebiliyor. Bu yüzden cıva bulaşmış balığı yiyan insanlar yüksek miktarda cıva tüketme riski ile karşı karşıya. Cıva kokusuz, görünmez olduğundan ve balığın etinde biriktiğinden tespiti kolay olmuyor. En çok risk altında olanlarsa çocuklar ve kırsallığa neden olma ihtiyacı yüzünden kadınlar. Çok düşük miktarda cıva dahi çocuk gelişimini etkileyip yürümemeyi ve konuşmayı geciktirip dikkat süresinin kısa olmasına neden olabiliyor. Doğum öncesi veya bebekken yüksek miktarda civaya maruz kalmak zekâ geriliği, beyin felci, sağırlık ve körlük gibi rahatsızlıklara neden olabiliyor. Yetişkinlerde cıva zehirlenmesi üreme ve kan basıncını olumsuz etkileyip hafıza kaybı, görme kaybı ve parmaklarda uyuşma gibi çeşitli rahatsızlıklara neden olabiliyor.

Bilim ve Teknik, (2014, Ekim), Sayı 563, s. 62-63.
(Kısaltılmış.)

3.2.4. TOPRAK KİRLİLİĞİ

Toprak; bitkilerin, mantarların, pek çok hayvanın ve mikroorganizmaların yaşam alanıdır. Bitkiler, besin üretebilmek için gerekli mineralleri ve suyu kökleriyle topraktan alır.

Toprak kirliliği, insan faaliyetleri sonucunda toprakın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının bozulmasıdır (**Görsel 3.46**). Toprak kirliliği günümüzde küresel bir sorun hâline ulaşmıştır.



Görsel 3.46: Evsel atıklar, toprak kirliliğine neden olmaktadır.

► Bilgi Kutusu

Yerleşim alanlarında oluşan evsel atıklar, toprak kirliliğini meydana getirmektedir. Türkiye'de günde ortalama 65-70 ton atık üretilmektedir.

İnsanlar doğrudan ya da dolaylı olarak toprak kirliliğine neden olmaktadır. Tarımda kullanılan ilaçlar, radyoaktif atıklar ve kirlenmiş sular toprak kirliliğinin başlıca nedenleridir. Egzoz ve baca gazlarından salınan çeşitli ağır metaller su buharı ile birleşip toprağa inerek toprağın yapısını bozar (**Görsel 3.47**).

Asit yağmurları, toprak kirliliğinin bir diğer nedenidir. Romanya'nın endüstri bölgesi olan Elatna'da toprağın %68'i ağır metal ve asit yağmurları tarafından kirlenmiştir.

Toprak kirliliği, karasal ekosistem için hayatı önem taşımaktadır. Toprak kirliliğinin önlenebilmesi için açığa çıkan atıkların geri dönüşüm, yeniden kullanım gibi yöntemlerle ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Toprağın doğal yapısının bozulması, başta bitkiler olmak üzere toprağa bağımlı yaşayan canlıları olumsuz etkiler (**Görsel 3.48**). Tarım alanlarında yapılan bilincsiz gübreleme ve ilaçlama sonucunda kimyasallar toprağa bulaşarak bitkilere geçer. Bu zararlı kimyasal kalıntılar, besin zinciri yoluyla insan ve hayvanların vücutlarına geçerek alerjilere, karaciğer bozukluklarına ve zehirlenmelere neden olur.



Görsel 3.47: Endüstriyel atıklar, toprak kirliliğine neden olur.

► Bilgi Kutusu

Kuzey Fransa'da tarım arazilerinde Zn, Cd ve Pb bulaşmış topraklarda, toprak canlılığı için gereken toprak solucanı türleri azalmıştır.



Görsel 3.48: Toprak kirliliğinden bitkiler de zarar görür.

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

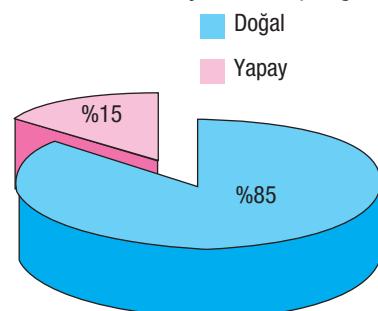
Toprak kirliliğinin temel sebebi insan faaliyetleridir ve aşağıda yer alan tedbirlerle bu kirliliğin önüne geçilebilir:

- ✓ Tarım arazisi olarak kullanılan yerlere sanayi tesislerinin kurulması engellenmelidir.
- ✓ Tarım ilaçları ve gübre kullanımı bilinçli yapılmalıdır.
- ✓ Çöpler toprağa zarar vermeyecek şekilde toplanmalı ve imha edilmelidir.
- ✓ Geri dönüştürülebilir ambalajlar tercih edilmelidir.

3.2.5. RADYOAKTİF KİRLİLİK

Dünya'nın oluşumuyla birlikte tabiatta bulunan radyoaktif elementler yaşadığımız çevrede normal ve kaçınılmaz olarak kabul edilen doğal bir radyasyon düzeyi oluşturmuştur. İnsanlar hayatın bir parçası olarak uzay ve Güneş'ten gelen kozmik ışınlar, yer kabuğunda bulunan radyoizotoplar dolayısıyla toprak ve yapı malzemeleri, su ve gıdalar gibi doğal kaynaklardan yayılan radyoaktif ışınların etkisinde kalmaktadır.

Geçtiğimiz yüzyılda enerji üretimi, nükleer bomba denemeleri, tıp, endüstri, tarım, hayvancılık ve bazı teknolojik ürünler gibi yapay kaynaklı nedenler canlıların aldığı radyoaktivite dozunu yükseltmiştir (**Grafik 3.1**). Canlılar radon, uranyum gibi radyoaktif elementlerin parçalanması sonucu oluşan parçacık ışınlarından veya elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılan ışınlardan olumsuz etkilenmektedir.



Grafik 3.1: Dünya genelinde doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından alınan dozların oranı

► Bilgi Kutusu

Radyoaktivite üzerine yaptığı çalışmalarla iki farklı alanda Nobel Ödülü kazanan Marie Curie (Mari Küri), 1934 yılında Fransa'nın Savoy kentinde kanserinden öldü. Hastalığı, aşırı dozda radyasyona maruz kalmasına bağlıydı. Bu yüzden ona "bilim için ölen kadın" denildi. Radyoaktivite çalışmalarından dolayı radyoaktivite birimine "curie" denilmektedir.

Nükleer enerji santralleri, nükleer silah üreten fabrikalar, radyoaktif madde artıkları radyoaktif kirlenmenin temel kaynaklarıdır (**Görsel 3.49**). Nükleer reaktörlerin atıkları ve parçaları, yüzlerce hatta binlerce yıl boyunca radyoaktif kalabilir.

Ayrıca bazı ülkeler, enerjisini nükleer reaktörlerle sağlayan gemi, denizaltı ve uçak gemisi gibi araçlar üretmiştir. Ekonomik olan bu araçların kaza ve arıza durumları potansiyel tehlike yaratmaktadır.



Görsel 3.49: Nükleer enerji santrali

1986'da Ukrayna'daki Çernobil Nükleer Santralinde meydana gelen patlama sonucunda ciddi sağlık ve çevre sorunları ortaya çıkmıştır (**Görsel 3.50**). Bölgede yaşayan birçok insan hayatını kaybetmiş; su, hava ve toprak kirliliği yaşanmıştır.

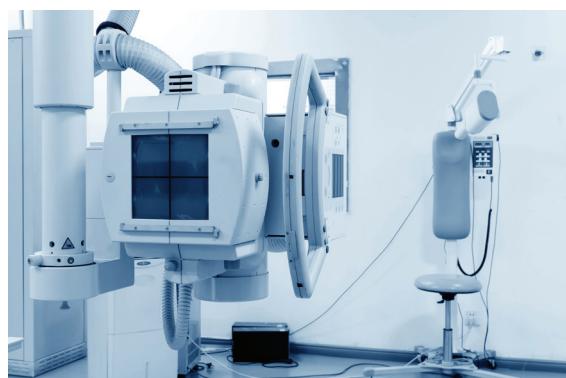


Görsel 3.50: Çernobil'deki nükleer patlamanın ardından birçok şehir boşaltılmıştır.

X-ışını cihazları; tıpta, radyoloji ve radyoterapi bölümleri ağırlıklı olmak üzere ameliyathaneler ve ortopedi, kardiyoloji gibi çeşitli kliniklerde, diş hekimliğinde ve veterinerlikte teşhis ve tedavi amacıyla kullanılır. Tıpta hastalık tanısı koymak için başvurulan röntgen cihazı da bir miktar radyasyon yaymaktadır (**Görsel 3.51**). Bu yüzden gebe kadınların röntgen çekimi yaptırmaması ve yapılan alana girmesi tehlikeli ve yasaktır. Radyoaktivite bulunan alanlarda uyarı amaçlı olarak radyasyonun varlığını gösteren işaret kullanılmaktadır (**Görsel 3.52**).

Radyoaktif maddeler; yaymış oldukları proton, nötron, elektron ışınları ile hava, su, toprak gibi cansız varlıklara ve bu çevrede yaşayan canlılara zarar vermektedir. Yayılan bu ışınlar, canlıların DNA'sı ve diğer molekülleri üzerinde olumsuz etkiler bırakmaktadır. Hatta hücre ölümlerini, kanserleşmiş hücreleri ve mutasyonları meydana getirebilmektedir.

İnsanlar tarafından besin zinciri yoluyla alınan radyoaktif maddeye maruz kalmış hayvansal (et, balık, süt, vb.) ve bitkisel ürünlerin bağılıklık sistemini olumsuz etkilediği bilinmektedir. Radyoaktif kirlilik insanlarda strese, uykusuzluğa ve depresyona neden olmaktadır.



Görsel 3.51: Röntgen cihazı



Görsel 3.52: Radyoaktivite işaretü

3.2.6. SES KİRLİLİĞİ

Ses, kaynağı titreşime başlamasıyla havanın geri itilip tekrar eski hâle gelmesiyle oluşur. Çeşitli kaynaklardan oluşan, hoş gitmeyen, insanlar üzerinde olumsuz etkiler bırakılan rahatsız edici sesler **ses kirliliği** olarak tanımlanır. Günümüzde büyük şehirlerde ses kirliliği oldukça fazladır. Bu durumun başlıca nedenleri trafik, inşaat ve sanayi kuruluşlarıdır (**Görsel 3.53**).

Ses kirliliği insan sağlığını ciddi şekilde etkiler. Sesin şiddeti desibel (dB) cinsinden ölçülür. "0" dB insan kulağının işitebileceği en düşük ses olarak kabul edilmektedir. İnsan kulağının işitme eşiği 45-50 dB'dir. Bu düzeyi aşan sesler, insan kulağı için rahatsız edicidir. 80 dB'in üzerindeki sesler, kulakta çeşitli sorunlar oluşturabilir. Hatta 140 dB'i aşan sesler işitme kaybına ve önemli beyin hasarlarına neden olmaktadır (**Görsel 3.54**).

Ses kirliliği, kan basıncının ve dolayısıyla kalp atışlarının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca insanlar gürültülü ortamlarda verimli çalışamayacağı için yapılan işler aksayabilir.

Evlerde ses kirliliği oldukça sınırlıdır. Ancak yüksek sesle müzik dinlemek, televizyonun sesini rahatsız edici şekilde açmak ses kirliliği yaratır.



Görsel 3.53: Trafik, ses kirliliği yaratır.



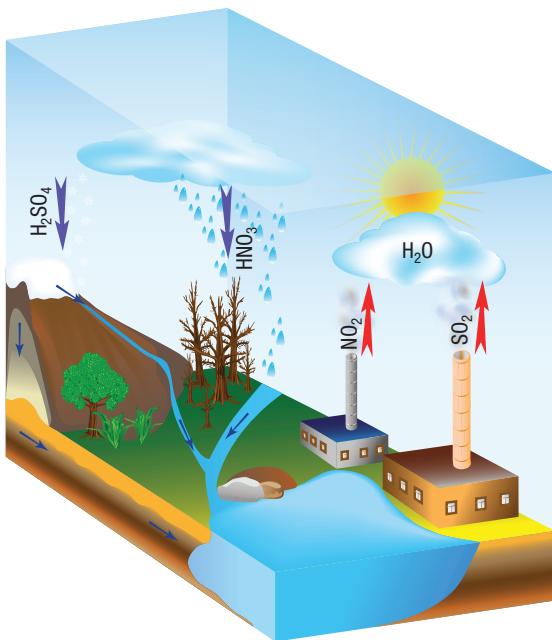
Görsel 3.54: Çim kesme makinesini 8 saat dinlemek, işitme duyuunuza zarar verir.

3.2.7. ASİT YAĞMURLARI

Çeşitli yanma olayları sonucunda hava kirliliğine yol açan SO_2 (küükürdioksit), NO_2 (azotdioksit) gibi gazlar atmosferde asit oluşumuna neden olmaktadır. Bu gazlar su buharı ile tepkimeye girdiğinde sülfürik asit (H_2SO_4) ile nitrik asit (HNO_3) oluşur. Sülfürik asit ve nitrik asit bulutlardaki su damlacıklarına katılarak yağmur suyunun asitliğinin artmasına neden olur.

► Bilgi Kutusu

Atmosferde oluşan asit, yalnızca yağmurlarla değil kar, sis, havadaki gazlar ve tanecikler yoluyla da yeryüzüne inebilir.



Görsel 3.55: Sülfürdioksit ve azotdioksitin emisyonu ile oluşan asit yağmurları

Atmosferde biriken kirletici gazlar, rüzgârla birlikte kilometrelere uzağa taşınarak asit yağmuru şeklinde farklı bölgelere yağabılır. Örneğin Kanada'da görülen asit yağmurlarının büyük bir çoğunluğunun Amerika Birleşik Devletleri'ndeki hava kirliliğinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.



Görsel 3.57: Asit yağmurları Nemrut Dağı anıtlarına zarar vermektedir.

Çok miktarda kükürt ve azot içeren bu tip yağmurlara **asit yağmurları** denir (**Görsel 3.55**). Yağan yağmurun, asit yağmuru olarak nitelenebilmesi için pH'sinin normal değer olan 5,5-5,6'nın altında olması gereklidir.

Çeşitli gazların çıkışına neden olan volkanik patlamalar ve atmosferde nitrik asit oluşturan yıldırımlar gibi bazı doğal olaylar asit yağmurlarını meydana getirebilir. Ancak günümüzdeki asit yağmurlarının ağırlıklı nedeni insan faaliyetlerinde kullanılan kömür ve petrol gibi fosil yakıtlardır (**Görsel 3.56**).



Görsel 3.56: Hava kirliliği asit yağmurlarına sebep olmaktadır.

Asit yağmurları, son yıllarda ciddi çevre problemlerine yol açmaktadır. Özellikle ortamın pH'sini değiştirerek göl, deniz ve sulak alanlardaki canlıların yaşam alanlarını olumsuz etkiler. Asit yağmurları bitkilere zarar vermesinin yanında toprağın yapısını bozarak toprakta yaşayan mikroorganizmaların ölmesine ve bitki köklerinin zarar görmesine de sebep olmaktadır. Bu yağmurlarla bitkilere ve balıklara geçen ağır metaller besin zinciri yoluyla insanlara aktarılır ve çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir.

Asit yağmurları, kültür varlıklarını da aşındırarak olumsuz yönde etkilemektedir. Tarihî binalar, heykeller, Nemrut Dağı'nda olduğu gibi taş anıtlar yıpranmakta ve dağılmaktadır (**Görsel 3.57**).

Asit yağmurlarının olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla çeşitli ülkelerde yasal düzenlemeler yapılmaktadır.

OKUMA PARÇASI

Asitleşen Okyanuslarda Balıkları Bekleyen Tehlikeler

Sera gazlarının sıvılaşarak okyanuslara karışması sonucunda okyanusların gittikçe asitleştiği belirtiliyor. Rakamsal verilere bakıldığından 1751 yılındaki tahminî okyanus yüzeyi pH'sinin 8,25, 2004 yılında ölçülen değerin 8,14 ve 2100 yılındaki olası değerin 7,85 olacağı söyleniyor. Peki, bu durum sudaki hayatı gelecekte nasıl etkileyecək?

Uzmanlar, asitleşen okyanuslardaki balıkların tehlikeli seslere karşı ilgisiz kalacağı yönünde görüş belirtiyor. Özellikle genç balıkların doğal olarak geliştirdiği korkutucu sesten uzağa doğru yüzme davranışının sekteye uğrayacağı vurgulanıyor. İngiltere'de Bristol Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada, gittikçe asitleşen okyanus suyunun kimyasal yapısına benzer yapıya sahip bir ortamda yetiştirilen genç palyaço balığının, gündüz vakti avcılarla dolu bir mercan adasından kaydedilen seslerin yayıldığı hoparlöre doğru kayıtsızca yüzdüğü gözlemlendi. Genç turuncu palyaço balığı (*Amphiprion percula*) gibi sadece birkaç santimetre uzunluğunda olan balıklar için karşılaşlıklar her şeyin avcı niteliğinde olabileceğini vurgulayan uzmanlar, genç balıkların kayalıklar arasında kendilerine yuva ararken normalde bu tür tehlikeli seslerin yayıldığı ortamlarda minimum düzeyde zaman geçirdiğini ve her zaman temkinli oldukları belirtiyor. Ancak gelecekte olması tahmin edilen asitli koşullarda yetiştirilen aynı türdeki genç balıklar, zamanlarının neredeyse yarısını akvaryumun bu tür seslerin yayıldığı kısmında geçiriyor.

Sanayi Devrimi'nin başladığı zamandan beri tahminî olarak 142 milyar ton insan yapımı karbondioksidin okyanus sularına karıştığı söyleniyor. Deniz suyuna eklenen bu gaz, karbonik asit oluşmasına yol açıyor. Bu da öümüzdeki 650.000 yıl içinde okyanus suyunun asitlik derecesinin, pH skalasının asidik ucundaki değere hızla yaklaşacağını habercisi olarak gösteriliyor. (...)

Bilim ve Teknik, (2011, Eylül), Sayı 526, s. 9.

(Kısaltılmıştır.)

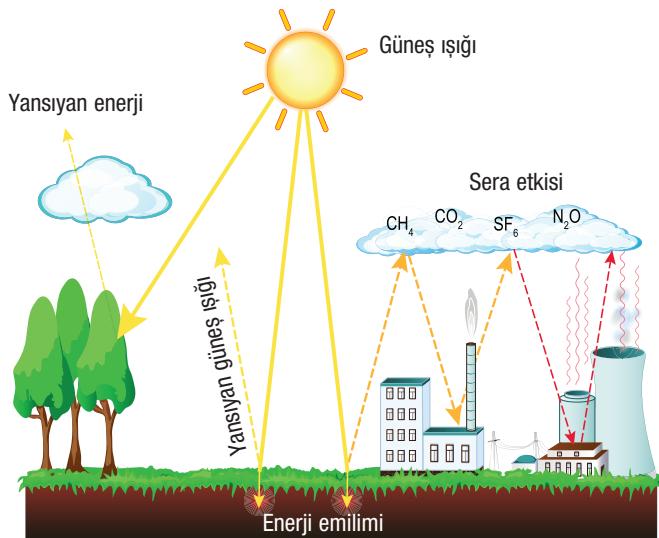


3.2.8. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Küresel iklim değişikliği; endüstriyel, tarımsal ve enerji tüketimi gibi insanı faaliyetler sonucu, atmosferde bulunan sera gazlarının artmasıyla meydana gelen küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişiklikleridir.

Sera gazları, atmosferde ısı tutma özelliğine sahip gaz hâlindeki kimyasallardır. Su buharı (H_2O), karbondioksit (CO_2), diazot monoksit (N_2O), metan (CH_4) sera gazları arasında yer alır. Yeryüzüne gelen güneş ışığı atmosfere geri yansındığında sera gazları tarafından tekrar yeryüzüne gönderilir. ısınan hava

yeryüzünde hapsolur. Buna **sera etkisi** denir (**Görsel 3.58**). Normal koşullarda canlılığın var olması için atmosferde belirli düzeyde sera etkisi vardır. Eğer doğal sera etkisi var olmasaydı yeryüzü sıcaklığı -18°C olacaktı ve birçok canlı bu koşullarda yaşamını sürdürmeyecekti.



Görsel 3.58: Sera etkisi

Son yıllarda fosil yakıt tüketimi ile atmosferde bulunan sera gazları artış göstermiştir. Bu durum doğal sera etkisinin yanında atmosferde ve yeryüzünde ortalama sıcaklığın artmasına da neden olmaktadır. Bu yüzden küresel ısınmanın temel sebeplerinden olan fosil yakıtlara alternatif olarak biyoyakıt üretimi ve kullanımı teşvik edilmelidir.

Kloroflоро karbon (CFC) gazi, ozon tabakasındaki ozon ile reaksiyona girerek ozonun parçalanmasına neden olur. Böylece ozon tabakasında ozon derişimi azalır. Sera gazlarından olan kloroflоро karbon küresel ısınmanın da başlıca sebeplerindendir.

Küresel ısınma, yeryüzü sıcaklığında ve yağış örüntülerinde değişikliğe neden olduğundan canlıların yeryüzündeki dağılımını da etkiler. Bir tarafta yaşanan kuraklıklar nedeniyle çölleşme artarken diğer tarafta aşırı yağışlar nedeniyle sel baskınları görülmektedir (**Görsel 3.59**).



Görsel 3.59: Küresel iklim değişikliği ile bazı yerlerde kuraklık görülürken bazı bölgelerde aşırı yağış gerçekleşmektedir.

Bilgi Kutusu

KYOTO (Kiyoto) PROTOKOLÜ

Kyoto Protokolü, sera etkisi yaratan gazların salınımını (emisyonu) azaltmak üzere sanayileşmiş ülkelere çeşitli hedefler belirleyen uluslararası bir anlaşmadır. İki büyük yıl süren müzakereler sonucunda 1997 yılında Kyoto'da kabul edilmiş, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Ülkemiz Protokol'e 2009 yılında taraf olmuştur. Protokol'e hâlen 191 ülke ve AB taraftır.

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Sıcaklık artışına bağlı olarak Batı Antarktika'da 10 yıl içerisinde 157 kilometreküp buzulun erimesi küresel ısınmanın bir kanıdır (**Görsel 3.60**). Bu erime, yeryüzündeki deniz seviyelerini 0,04 cm artıracak büyülüktedir.

Yeryüzü ortalama sıcaklığında meydana gelecek 1-2 °C'luk artışın ekosistemin yaklaşık %10'unu etkileyeceği öngörülmektedir. Küresel iklim değişikliği sonucunda meydana gelen kuraklık, sel baskınları, buzulların erimesi gibi doğal afetler birçok canının yaşam alanlarını ortadan kaldıracaktır. Artan sıcaklıklara bağlı olarak birçok tür yaşamalarını sürdürmek için kuzey bölgelere ya da yüksek rakıma sahip alanlara göç edecektir. Ayrıca sıcaklık değişimlerine hassas olan canlı türlerinin nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır. Yaşanacak kuraklıklar nedeniyle yıkıcı yangınların meydana gelmesi biyolojik çeşitliliği ciddi şekilde etkileyecektir.

Üç tarafının denizlerle çevrili olması ve farklı iklim koşullarının hüküm sürmesi gibi nedenlerle ülkemiz küresel ısınmadan en fazla etkilenecek ülkeler arasındadır. Küresel ısınmanın artmasıyla Güney Doğu ve İç Anadolu'nun çölleşme tehlikesiyle karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir.



Görsel 3.60: Buzulların erimesi canlı yaşamını tehdit etmektedir.

OKUMA PARÇASI

Paris Anlaşması'na Rağmen Yüzyıl Sonunda 3,4 °C Isınabiliriz!

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından yayımlanan bir rapora göre iklim değişiminin tehlikeli boyutlara ulaşmasını durdurma şansını yakalayabilmek için insanlığın sera gazı salımını azaltma çabalarını acilen ve katı olarak hızlandırması gerekiyor.

Neredeyse tüm ülkelerin imzaladığı, iklim değişimine karşı küresel mücadeleyi konu alan Paris Anlaşması'nın 4 Kasım 2016'da yürürlüğe girmesinden bir gün önce yayımlanan rapora göre mevcut gidişat devam ederse 2030'da gerçekleşecek sera gazı salımı, küresel ısınmayı 2 °C'luk kritik düzeyin altında tutmak için gerekli salım düzeyini %25 oranında aşacak.

Rapor, geçen yıl Paris'te kabul edilen anlaşma uyarınca ortaya konan taahhütler eksiksiz olarak yerine getirilse bile sera gazlarının salımı ivedilikle daha fazla azaltılmadığı sürece Dünya'nın yüzüyl sonunda 2,9 °C ila 3,4 °C'luk bir sıcaklık artışına doğru ilerlediği konusunda uyarıyor.

Paris Anlaşması, endüstriyel öncesi döneme göre küresel ortalama sıcaklık artışını 2 °C'un çok altında ve mümkünense 1,5 °C ile sınırlı tutma amacıyla yönelik taahhütler içeriyor. Anlaşmada bunun iklim değişiminin risklerini ve etkilerini azaltacağ belirtiliyor. (...)

UNEP başkanı, Paris Anlaşması iklim değişimi yavaşlatacak olsa da ciddi bir iklim değişimini önleme şansı yakalamak için bunun yeterli olmadığını belirtiyor. Tedbirler alınmaya başlanmazsa yakın gelecekte büyük bir insanlık trajedisine tanık olabileceğimizi, iklim değişimi sonucunda açlığın, yoksullğun, hastalıkların ve siyasi anlaşmazlıkların mağduru olan ve sayıları giderek artan göçmenin başarısızlığımızın hatırlatıcısı olacağını belirtiyor. UNEP raporunda 2030'a gelindiğinde sera gazları salımını büyük ölçüde azaltabilecek çeşitli eylemler de belirleniyor.

Bilim ve Teknik, (2016, Aralık), Sayı 589, s. 9.

(Kısaltılmıştır.)

3.2.9. EROZYON

Zaman içerisinde verimli üst toprak katmanının akarsu, çığ, rüzgâr ve yağış gibi etkilerle aşınıp başka bir yere taşınmasına **erozyon** denir (**Görsel 3.61**). Dünya'nın oluşumundan beri var olan erozyon, insan müdahalesiyle artmaktadır.

Erozyona sebep olan faktörler; iklim, toprak özellikleri, topoğrafya, bitki örtüsü ve insan faktörü olmak üzere 5 grupta incelenebilir. İnsan faktörü dışındaki diğer faktörler doğal erozyon faktörleri olarak tanımlanır.

İklimsel faktörlerden yağışın türü, şiddeti, miktarı, süresi ve mevsimsel dağılışı erozyonu meydana getiren etkenlerdir. Toprak özellikleri, toprağın içerdiği organik madde miktarı gibi nedenler erozyonun oluşumuna neden olmaktadır. Topografya eğim, havza büyüklüğü ve şekli de erozyona yol açabilir (**Görsel 3.62**).



Görsel 3.61: Yağışlar erozyona neden olabilir.



Görsel 3.62: Eğimli toprakta erozyon

Bitki örtüsü yağmur damalarının çarpma etkisini azaltmakta ve toprak aşınımını engellemektedir. Ancak tahrif edilen bitki örtüsü, toprak taşınmasını kolaylaştırır. Özellikle son yüzyılda nüfus artışına bağlı olarak besin maddesi ve tarım amaçlı yeni arazi ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle doğal alanlardaki bitki örtüsü yok edilmiştir. Bu topraklar, yağışlı bölgelerde yağmur sularıyla, kurak bölgelerde rüzgârlar nedeniyle erozyona uğrayarak aşınıp taşınmış ve işlevlerini yitirmiştir (**Görsel 3.63**).

Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafi konum, iklim, topoğrafya ve toprak şartları, toprak bozulmasına ve kuraklığa karşı hassasiyeti artırmaktadır. Türkiye'de erozyonun sebepleri arasında insan faktörü ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'de tarım alanlarının %59'unda, orman alanlarının %54'ünde ve mera alanlarının %64'ünde aktif erozyon bulunmaktadır.



Görsel 3.63: Erozyon nedeniyle yılda 90 milyon ton civarında besin maddesi toprak ile yok olmaktadır.

Bilgi Kutusu

Erozyon nedeniyle her yıl dünyada 75 milyar ton, Türkiye'de ise 500 milyon ton toprak kaybı olmaktadır.

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Erozyonla mücadelede insan müdahalelerinin önlenmesine yönelik idari tedbirler, yüzey erozyonunu önleme amaçlı ağaçlandırma ve bitkilendirme çalışmaları gibi kültürel tedbirler, yamaç ve oyuntu ıslahına yönelik yapısal faaliyetleri içeren mekanik tedbirler alınmaktadır (**Görsel 3.64**). Örneğin Konya'nın Karapınar ilçesi 1960'lı yıllarda şiddetli rüzgâr erozyonu nedeniyle göç tehlikesi ile karşı karşıya kalmıştır. Konya Karapınar havzasında; yerleşim yerlerinde, mera ve tarım alanlarında şiddetli rüzgârin sebep olduğu kum fırtınalarının zararlarından korunmak ve hüküm süren kurak iklim etkisi ile tahrif olunan bitki örtüsünü yeniden canlandırmak amacıyla Orman Genel Müdürlüğü tarafından Karapınar Rüzgâr Erozyonu Önleme Projesi çalışmaları yapılmaktadır.



Görsel 3.64: Türkiye'de erozyon ile mücadelede yapılan bazı mekanik tedbirler

Erozyonun zararları şunlardır:

- ✓ Bitki örtüsünün yok olması, erozyonun yanı sıra toprak kayması, sel, taşkin ve çığ felaketlerini artırır.
- ✓ Erozyonla sadece toprak değil toprakta bulunan organik maddeler, mikroorganizmalar da taşındığından toprağın verimi azalır.
- ✓ Verimsizleşen ve yok olan tarım arazileri, üzerinde yaşayanları besleyemez duruma gelip kırsal kesimden kentlere doğru göçü artırarak büyük ekonomik ve toplumsal problemlere yol açar.
- ✓ Erozyon sonucu taşınan verimli topraklar, baraj göllerini doldurarak barajların ekonomik ömrülerini kısaltır.
- ✓ Yeşil örtü ve toprağın elden gitmesi iklim değişikliğini hızlandırır, ekolojik dengenin bozulmasına sebep olur ve ekosistemde biyolojik çeşitliliği azaltır.
- ✓ Bitki örtüsü ve toprağın olmadığı bir yüzey, kar ve yağmur sularını ememediğinden doğal su kaynakları düzenli ve sürekli olarak beslenemez.

D Araştırınız-Tartışınız

Erozyonu önlemek amacıyla alınabilecek önlemler nelerdir? Araştırarak sınıfta tartışınız.

D Bilgi Kutusu

2019 yılında 11 Kasım Millî Ağaçlandırma Günü olarak ilan edildi. 11 Kasım 2019'da 81 ilde 11 milyon fidan dikildi. "Geleceğe Nefes Ol" sloganıyla düzenlenen millî ağaçlandırma seferberliği T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının koordinasyonuyla tüm yurtta eş zamanlı olarak gerçekleştirildi.



ETKİNLİK

**DENEY
3.2****Erozyon Nasıl Oluşur?****Deneyin Amacı**

Toprağın verimli kısmının eğimli arazilerle nasıl taşındığını modelleme

Araç Gereçler

Su (2 lt), toprak (1 kg), çimli toprak (1 kg), iki adet aynı boyutlarda plastik şişe (1 lt'lik boyutlarda), iki adet eşit boyalarda tahta parçası, iki adet plastik küçük kap, makas veya bıçak.

Uygulama

- ▶ İki adet pet şişeyi toprak ve çimli toprağı yerlestirebilecek şekilde yan yüzeylerinden kesiniz.
- ▶ Aynı özellikte olan 1 kg'lık toprağın birincisi niyatık olan şişelerden ilkine doldurunuz.
- ▶ İkinci şişeye ise çimli toprağı yerleştiriniz (Eğer aynı özelliklerde çimli toprak temin edemezseniz toprağa buğday tohumu atıp çimlenmesi için bekleyebilirsiniz.).
- ▶ Şişelerin ağız kısımlarındaki kapaklarını çıkartınız.
- ▶ Tahta parçalarını, dikey ekseni üzerinde niyatık olan şişelerin alt kısmına yerleştiriniz ve şişelerin ağız kısımlarını küçük plastik kapların içerisinde doğru konumlandırınız.
- ▶ Her iki şişeye eşit miktarda ve hızda su dökünüz.

**Değerlendirme**

- ⇒ Hangi plastik kaba daha fazla su doldu?
- ⇒ Hangi kaptaki toprak, su ile birlikte taşındı? Nedenlerini tartışınız.

OKUMA PARÇASI

İnsanlar Doğal Süreçlerden 100 Kat Fazla Erozyona Sebep Oluyor

(...) Toprağın üst katmanındaki materyal doğal süreçlerin örneğin rüzgârin ve yağmur sularının etkisiyle farklı bölgelere taşınabiliyor. Ancak insan kaynaklı etkinliklerin yer kabuğu üzerindeki etkilerinin anlaşılabilmesi için geçmiş dönemlerdeki erozyon hızının belirlenmesi gerekiyor. Bu amaçla Vermont Üniversitesi ve Imperial College London'dan (İmperiyal Kaliç Landın) araştırmacılar, ABD'nin güneydoğusunda yerel ormanların yok edildiği ve yoğun tarım yapılan geniş bir nehir havzasında geçmiş yıllarda meydana gelen erozyonun hızını belirledi. Sonuçlar Avrupalı yerleşimcilerin gelişinden sonra 1800'lerin sonu 1900'lerin başından itibaren bölgede gerçekleşen erozyonun hızında önemli bir artış olduğunu gösteriyor.

Araştırmacılar erozyon hızını belirleyebilmek için yeni bir yöntem kullandı ve erozyon sonucu yamaçların alt kısımlarına ve nehir tabanlarına taşınan materyallerden alınan örneklerdeki berilyum-10 izotopunun miktarını ölçtü. Berilyum-10 atmosferdeki hafif elementlerin kozmik ışınlarla çarpışması sonucu oluşuyor. Ortalama yarı ömrü yaklaşık 1,5 milyon yıl olan berilyum-10 izotopu yağmur suları ile taşınarak toprağın üst kısımlarında birikebiliyor. Bu nedenle erozyon hızının düşük olduğu durumda toprağın üst kısmında biriken berilyum-10 miktarı artıyor.

Sonuçlar bölgedeki erozyon hızının insan yerleşimlerinden sonra 100 kat arttığını gösteriyor. Araştırmacılar erozyon sonucu geçmişte binlerce yılda kaybedilen materyalin, insanların tarım ve yerleşim amacıyla ormanları yok etmesi nedeniyle onlarca yılda kaybedildiğini söylüyor.

Bilim ve Teknik, (2015, Mart), Sayı 568, s. 5.

(Kısaltılmıştır.)

3.2.10. DOĞAL HAYAT ALANLARININ TAHRİBİ

Ekosistemler, doğal yaşam alanlarını içermektedir. İnsan da ekosistemin bir parçasıdır. Ancak daha önce debynildiği gibi artan insan nüfusu, sanayileşme, hava, su, toprak ve radyoaktivite kirliliği, asit yağmurları, sera etkisi, küresel iklim değişikliği, erozyon gibi insan faaliyetlerinin sonucu olarak ekosistemlerdeki dengeler bozulmaktadır.

Doğal hayat alanlarının yok edilmesi, biyolojik çeşitlilik için büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Doğal hayat; tarım, ormançılık, şehirleşme, madencilik ve çevre kirliliği gibi genellikle insan müdahalesi ile tahrip olmaktadır. Örneğin tarla açmak için kenarlarda bulunan çalılıkların kesilmesiyle birçok bitki ve hayvan türünün barınma alanları yok edilmektedir.

Soyu tükenmiş ya da tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalan türlerin %73'ünün doğal hayat alanları tahrip edilmiştir. Örneğin ülkemizin doğal zenginliklerinden olan tıbbi ve ekonomik önemi bulunan lale, orkide gibi soğanlı bitkilerin aşırı toplanması ve ticaretinin yapılması, çoğu endemik olan bu türleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmıştır. Anadolu orkidelerinin toprak altı yumruları, sahlep yapımı için bilinçsiz olarak toplanmaktadır (**Görsel 3.65**).



Görsel 3.65: Anadolu orkidelerinin yumruları sahlep yapımında kullanılır.

Büyük bölgelerdeki doğal hayat alanlarına yapılan müdahaleler nedeniyle ekosistem grupları küçük parçalara ayrılmıştır. Örneğin Meksika'da bulunan tropikal yağmur ormanlarının %92'si tahrif edilmiştir. Doğal hayat alanlarının parçalanması ise tür kayıplarına yol açmaktadır.

Doğal hayat alanlarının yok edilmesi biz insanlara zarar verecektir. Çünkü insanların yaşamını sürdürmesi de diğer canlı türlerinin varlığına bağlıdır.

Bunun için ekosistemde bulunan tüm canlıların yaşam hakına saygılı davranmak, bu canlıların yaşam alanı olan doğal alanları ve bu alanlarda var olan yaban hayatı tehdit eden faktörleri bilmek ve engellemek her bireyin görevidir.

Bilgi Kutusu

Dünya genelinde doğal ve yarı doğal ekosistemler büyük bir tehdit altındadır. Örneğin 1990-2020 yılları arasında küresel ölçekte ormansızlaşma süreci ile kaybedilen toplam orman alanı miktarı 420 milyon hektar olarak hesaplanmıştır.

ETKİNLİK

3.2

Drama Yapıyoruz

- ▶ Ülkemizde nesli tükenmiş olan canlılar hakkında araştırma yapınız.
- ▶ Araştırılan canlılardan birini seçip seçiminizi söylemeden sınıfın karşısına geçerek yüzünüzü grubaba dönünüz.
- ▶ Arkadaşlarınızdan seçmiş olduğunuz canmayı tahmin etmeleri için o canlıya ait beslenme şekilleri, yaşam alanı gibi sorular sormalarını isteyiniz.

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ⇒ Sınıfta yapılan tahminleri tahtaya yazınız.
- ⇒ Bir canlıının doğada olmaması durumunda diğer canlılar nasıl etkilenir?
- ⇒ Her bir canlıının ekosistemdeki yerini ve önemini tartışınız.

3.2.11. ORMAN YANGINLARI

Ormanlar, canlılar için birçok açıdan önemli bir yere sahiptir. Ormanlar, insanlara sağladığı iş imkânları gibi ekonomik işlevlerinin yanı sıra ekolojik birçok işlevde sahiptir.

Karasal ekosistemdeki oksijenin kaynağı yeşil bitkilerdir. Canlıların enerji ihtiyacı için gereksinim duyduğu oksijeni sağlayan bitkiler, bölgenin iklimini de belirler. Çünkü bitkiler terleme ile atmosfere su buharı kazandırarak çevrenin nem ve sıcaklığını etkilemektedir.

Artan nüfus ve sanayileşmeye paralel olarak atmosfere verilen karbondioksit (CO_2) miktarı artış göstermektedir. Atmosferde artan CO_2 in sera etkisini artırdığını biliyoruz. Ormandaki bitkiler, fotosentez sayesinde atmosferdeki CO_2 i kullanarak organik moleküller sentezlemesinin yanında ortama oksijen kazandırır. Böylece atmosferdeki sera gazlarından biri olan CO_2 miktarı azalmış olur.

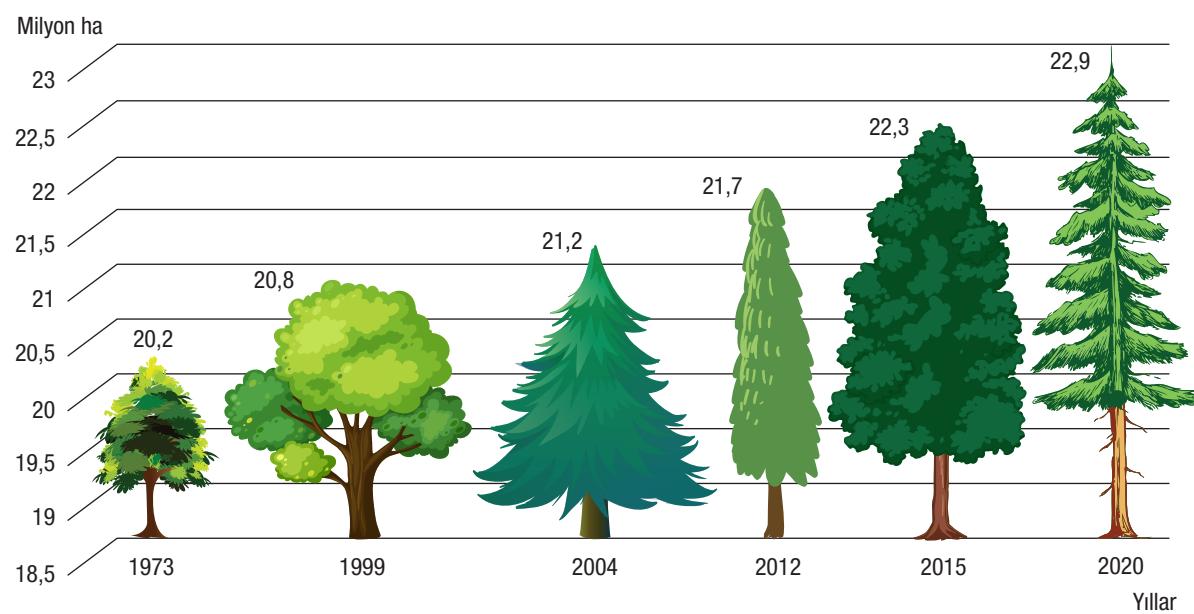
EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Ormanda bulunan ağaçların kökleri toprağı tutarak erozyona engel olur. Ayrıca iyi ve kaliteli içme suyunun elde edilmesine de katkıda bulunur. Doğal su döngüsünün sürdürülebilir olması ormanların varlığına bağlıdır. Ormanlar birçok canlı türü için ev sahipliği yapar (**Görsel 3.66**).



Görsel 3.66: Dünya'nın %7'sini kaplayan yağmur ormanları, yeryüzündeki bitki ve hayvan türlerinin %80'ini barındırır.

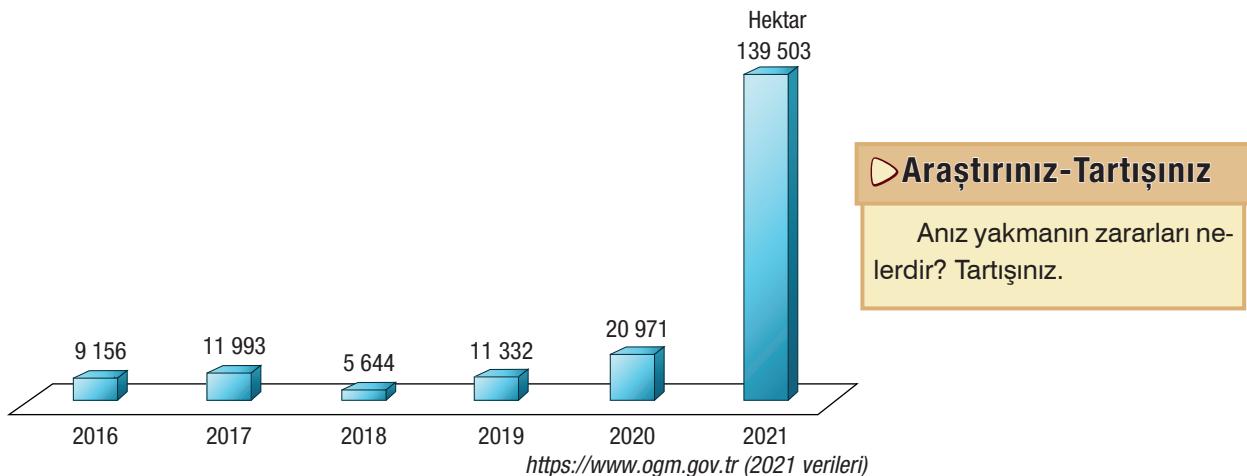
Bu bilinçle ülkemizdeki orman alanları gün geçtikçe artırılmaktadır (**Grafik 3.2**). Ancak her yıl orman alanlarının büyük bir kısmı orman yangınları nedeniyle kısmen ya da tamamen yok olmaktadır. Orman yangınları, sebep oldukları kalıcı zararlardan dolayı en büyük çevre sorunlarından biridir.



Grafik 3.2: Geçmişten Günümüze Türkiye Orman Varlığı

<https://www.ogm.gov.tr> (2020 verileri)

Son zamanlarda bilinçsiz insan davranışının yanı sıra küresel ısınma sonucu artan sıcaklıklar da orman yangınlarına neden olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ne yazık ki ülkemizde de her yıl binlerce yangın meydana gelmekte ve yüz binlerce hektar ormanlık alan yok olmaktadır (**Grafik 3.3**).

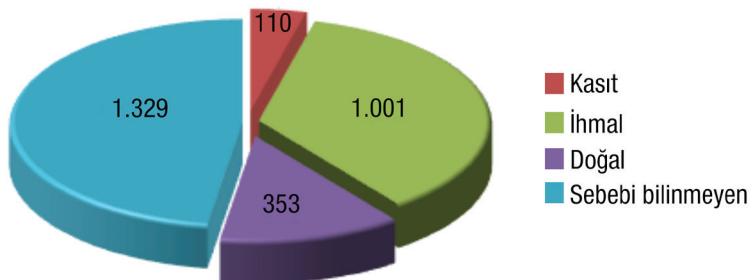


Grafik 3.3: Ülkemizde 2016-2021 yılları arasında yanan orman alanları

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının verilerine göre sadece 2021 yılında 2793 yangın olmuş ve 139.503 hektar alan yok olmuştur. Bu yangınların 110'unu kasıtlı, 1001'i ihmali nedeniyle ortaya çıkmıştır (**Grafik 3.4**). İhmali nedeniyle ortaya çıkan yangınların çıkış sebeplerinden bazıları anız ve çöp yakma, avcılık, piknik ateşidir (**Görsel 3.67**). Kasıtlı olarak ortaya çıkan yangınların sebepleri arasında ise terör, kundaklama ve tarım arazisi için yer açmak dikkat çekmektedir.



Görsel 3.67: Piknik alanlarında ateş yakılmamalıdır.



<https://www.ogm.gov.tr> (2021 verileri)

Grafik 3.4: 2021 yılında çıkış nedenlerine göre yangın adetleri

Ormanlar millî servetimizdir. Orman yangınlarına karşı alabileceğimiz kişisel önlemler arasında ormanda ateş yaktamak, ormanlara cam ve cam kırıkları atmamaktır. Orman yangını gördüğümüzde ise 177 numaralı orman yangını ihbar hattına veya 112 Acil Çağrı Merkezine bildirmek her bireyin sorumluluğudur.

OKUMA PARÇASI

Dünya'nın Ciğerleri Tropikal Ormanlar

Atmosferin ısınmasına sebep olan ve sera gazları olarak adlandırılan gazlardan biri de karbondioksit. (...) Bu bileşik, bitkiler tarafından oksijen ve besin üretmek için kullanılıyor. Özellikle ormanlar, atmosferdeki karbondioksit miktarını büyük ölçüde azaltıyor. İnsan etkinlikleri sonucunda atmosfere salınan karbondioksidin yaklaşık %30'unun bitkiler tarafından fotosentezde kullanıldığı düşünülüyor.

Geçmişte Kanada ve Sibiryada gibi Kuzey Kutbu'na yakın bölgelerdeki ormanların diğer ormanlardan daha fazla karbondioksit soğurduğu düşünülüyordu. Ancak NASA (National Aeronautics and Space Administration) tarafından elde edilen veriler kullanılarak yapılan son tahminler, tropikal ormanların düşünüldenden çok daha fazla karbondioksidi atmosferden uzaklaştırdığını gösteriyor. Tropikal ormanlar her yıl yaklaşık 1,4 milyar ton karbondioksit soğuruyor. Dünya genelinde bitkiler tarafından kullanılan toplam karbondioksit miktarı ise 2,5 milyar tondur.

(Genel ağıdan alınmıştır.)

3.2.12. İNSANIN ÇEVRE SORUNLARININ ORTAYA ÇIKMASINDAKİ ROLÜ

Ekosistemin bir parçası olan insan, ekosistemdeki işleyişe müda-hale etmiş ve onarılmazı neredeyse imkânsız çevre felaketleriyle karşı karşıya kalınmıştır. Özellikle Sanayi Devrimi'yle birlikte başlayan yoğun endüstrileşme süreci, kentleşme ve demografik sorunlar, doğanın hızla tahrif edilmesine ve doğal yaşamın sektöre uğramasına neden olmuştur.

İnsan kaynaklı değişiklikler sonucu ekosistemlerin gördüğü zarar ve kendini yenileme için gerekli şartlar değişik yöntemlerle hesaplanır. Yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanları ekolojik ayak izi, karbon ayak izi ve su ayak izidir.

Bilgi Kutusu

İnsan faaliyeti nedeniyle atmosfere salınan karbondioksit, metan, azot gibi gazların miktarının yeryüzü tarafından doğal olarak emilen sera gazı miktarıyla dengelenmesi ve karbon nötr olmasına **net sıfır emisyon** denir.

Net sıfır emisyon kavramı ilk olarak 2015'te imzalanan Paris Anlaşması'nda kullanılmıştır.

3.2.12.1. Ekolojik Ayak İzi

Ekolojik ayak izi; birey, şehir ya da ülkenin tüketeceği kaynakları üretmek ve oluşan atıkları yok etmek için gereken kara ve su alanlarının toplamıdır.

Ekolojik ayak izi hesaplanırken iki temel nokta vardır. İlk olarak tüketilen kaynakların ve üretilen atıkların belirlenmesi, ikinci olarak ise ihtiyaç duyulanların üretimi ve oluşan atıkların yok edilmesi için gerekli verimli alanın belirlenebilmesidir. Ekolojik ayak izinizi hesaplarken sahip olduğunuz ev, elektronik eşyalar, tüketilen kimyasal ürünler vb. göz önünde bulundurulmalıdır.

Araştırınız-Tartışınız

Kendi ekolojik ayak izinizi etkileyebilecek ne gibi tercihler yapabilirsiniz? Tartışınız.

Dünyada var olan insan popülasyonundaki bir insanın ekolojik ayak izi 2,7 hektardır. Bu hesaplama ülke ya da şehir gibi belirli sınırlara sahip daha küçük alanlar için de yapılabilir. Farklı ülkelerin insanlarına ait ekolojik ayak izleri birbirinden farklıdır. Örneğin ABD'de bir kişi için hesaplanan ekolojik ayak izi yaklaşık 10 hektardır. Ancak sürdürülebilir kalkınma için gereken ekolojik ayak izi 1,8 hektar olarak hesaplanmıştır.

3.2.12.2. Karbon Ayak İzi

Karbon ayak izi, kurum veya bireylerin isınma, yeme içme, ulaşım, elektrik tüketimi gibi çeşitli faaliyetleri sonucunda doğrudan ya da dolaylı olarak atmosfere verilen toplam karbondioksit ve diğer sera gazlarının salınımının ölçülmesi ile hesaplanmaktadır (*Görsel 3.68*). Bu hesaplamlarda bir bireyin araba kullanımı ile kaç kilometre yol gittiği, uçağı ne kadar kullandığı, yerel ya da ithal ürün tüketimleri, isınma için ne kadar enerji harcadığı göz önünde bulundurulur.

Araştırınız-Tartışınız

Karbon ayak izinizi azaltmak için neler yapabilirsiniz? Tartışınız.

Karbon ayak izi, birincil ve ikincil olmak üzere iki kısımdan oluşur. Birincil ayak izi, isınma ve evde kullanılan enerji tüketimi ile ulaşımda meydana gelen CO_2 miktarının ölçüsüdür (*Görsel 3.69*). İkincil ayak izi, kullandığımız ürünlerin üretimi ve kullanım sonrası bozulmalarıyla ilgili olarak atmosfere salınan CO_2 miktarının ölçüsüdür.

Fosil yakıtlar yerine güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanan mak gereklidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına güneş, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik, biyoenerji ve okyanus enerjisi örnek olarak verilebilir. Ayrıca ulaşım için bisiklet, toplu taşıma araçları kullanımı ve elektrikli araçlar tercih etmek bireysel ve ulusal düzeyde alınması gereken önlemlerden bazılardır.



Görsel 3.68: Karbon ayak izi ikonu



Görsel 3.69: Karbon ayak izinizi küçültmek için mümkün olduğunda toplu taşıma araçlarını kullanmak gereklidir.

3.2.12.3. Su Ayak İzi

Su ayak izi, kullandığımız ürünleri ve hizmetleri üretmek için kullanılan tatlı su miktarının göstergesidir (*Görsel 3.70*). Diğer bir ifade ile birim zamanda tüketilen ve/veya kirletilen tatlı su miktarıdır.

Su ayak izi, yerel ya da küresel boyutta sınırlı olan tatlı su kaynaklarının kullanım amaçlarını ve nasıl kirlendiğini anlamamızı sağlar. Bireylerin yemek pişirmek, yıkamak, içmek gibi direkt olarak kullandıkları su doğrudan su ayak izini, kullandıkları ürünlerin üretim sürecinde tüketilen su ise dolaylı su ayak izini oluşturmaktadır.



Su ayak izi yeşil, mavi ve gri olmak üzere üç bileşene sahiptir.

Yeşil su ayak izi, bir ürünün üretiminde kullanılan yağmur suyu miktarını belirtir. Genellikle tarımda ve ormancılıkta kullanılan su ile ilgili bir kavramdır.



Görsel 3.70: Pamuktan üretilmiş 300 gramlık bir tişörtün su ayak izi yaklaşık 2500 litre yani 2,5 metreküptür. Bu miktar 131,5 damacana suya eşittir.



Mavi su ayak izi, bir ürünü üretirken kullanılan yüzey ve yer altı sularını belirtir. Tarım, sanayi ve evsel su kullanımı mavi su izine sahiptir.



Gri su ayak izi, belli bir su kalitesi kriterini sağlamak amacıyla su kaynaklarına (örneğin göl, akarsu, deniz suyu) doğrudan boşaltılan ya da dolaylı olarak karışan atık sulardaki kirleticili derişiminin seyreltme yoluya sınır değerlere düşürülmesi için gereken tatlı su miktarıdır. Örneğin mutfağımıza gelen 1 kg kırmızı etin oluşumu için 15 bin litre su tüketilmektedir. Bu suyun yaklaşık %93'ü yeşil, %4'ü mavi, %3'ü gri su ayak izine sahiptir.

Ülkemizin su ayak izinin hesaplanması, sürdürülebilir su yönetimine ilişkin planlamalar yapılması ve gerekli çözüm önerilerinin hazırlanması için çok önemlidir.

**ETKİNLİK
3.3****İnsanın Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkmasındaki Rolü**

Ekolojik ayak izinizi, su ayak izinizi ve karbon ayak izinizi küçültmek için neler yapabileceğinize yönelik bilgilendirici bir metin yazınız. Metninizin sınıfta arkadaşlarınıza okuyunuz.

OKUMA PARÇASI**Ekolojik Ayak İzleri**

(...) Ekolojik ayak izi kavramını, ilk olarak Dr. Mathis Wackernagel (Matis Vakınegil), Prof. William Rees (Vilyim Ris) ve arkadaşları öne sürdürdü. Onların amacı, insanın sürekli doğadan alarak ve geriye atıklarını bırakarak daha ne kadar süre idare edebileceği bulmaktı. Bu sayede geriye kalan doğal kaynakların ölçüsünün öğrenilebileceğini ve doğanın sürekli tüketilmesini ve tahrif edilmesini önleyecek çözümler üretilebileceğini düşünüyorlardı. Böylece bir insanın atıklarının yok edilmesi de dahil olmak üzere tüm gereksinimlerini karşılamak için kullandığı biyolojik alanı ölçen bir araç geliştirdiler. Elde edilen ölçüye de ekolojik ayak izi deniyor. Ekolojik ayak izi, belirli bir toplumun tükettiği kaynakların üretimi ve atıklarının yok edilmesi için gereken kara ve su alanlarının büyüklüğünü gösteriyor. Ayrıca farklı insan etkinliklerinin çevre üzerindeki etkilerinin de anlaşılmasını sağlıyor. Üstelik bu araç sayesinde hangi ülkenin, hangi kentin, hangi ailenin ya da hangi insanın ne kadar biyolojik alan kullandığı konusunda da bilgi elde etmek mümkün. İşin en ilginç ve önemli yanı da bu zaten. Çünkü ne kadar tükettiğimizi ve tüketimlerimizin nelere yol açtığını bilmenin bilinçli tüketim alışkanlıklarını edinmemize ve tüketim konusunda seçim yaparken daha farklı düşünmemimize neden olacağı kesin. (...)

Bilim ve Teknik, (2002, Ekim), Sayı 419, s. 82-83.

(Kısaltılmıştır.)



ETKİNLİK

ETKİNLİK
3.4
Karbon Ayak İzi Hesaplama

Kanadalı gazeteci ve girişimci olan Alexandra Shimo-Barry (Aleksandra Şimo Beri), The Environment Equation (Dünya Yarımında Ekueyjin) (Çevre Denklemi) adlı kitabında okuyuculara karbon ayak izlerini ya da karbondioksit birimi cinsinden sera gazı miktarını hızlıca nasıl hesaplayacaklarını kısaca özetliyor.

Formül aşağıdaki gibidir:

- A) Aylık elektrik faturanız x 105
- B) Aylık doğal gaz faturanız x 105
- C) Aylık akaryakıt faturanız x 113
(B veya C kullanmıyorsanız 0 girin.)
- Ç) Yaptığınız toplam yıllık kilometre sayısı x 79
- D) Yıllık uçuş sayınız yılda 4 saat veya daha az ise yıllık uçuş saati x 1.100
- E) Yıllık uçuş sayınız yılda 4 saat veya daha fazla ise yıllık uçuş saati x 4.400
(Uçak kullanmıyorsanız 0 girin.)
- F) Okuduğunuz gazeteyi geri dönüşüm kutularına atıyor musunuz?
Geri dönüşüm yapmıyorsanız + 184
Geri dönüşüm yapıyorsanız + 0
- G) Alüminyum ve teneke kutuları geri dönüşüm kutularına atıyor musunuz?
Geri dönüşüm yapmıyorsanız + 166
Geri dönüşüm yapıyorsanız + 0

Hesaplama

Elde ettiğiniz tüm rakamların toplamı size yıllık kilo cinsinden karbon ayak izinizi verecektir.
($A + B + C + \mathcal{C} + D + E + F + G = \text{karbon ayak izi}$)

6.000'in altında: Mükemmel

6.000 ila 15.999 arasında: İyi

16.000 ila 22.000 arasında: Ortalama

22.000'den fazla: Kötü

Eğer bu hesaplmalara göre karbon ayak iziniz yüksekse telaşlanmayın. Karbon ayak izinizi küçültmenin çok fedakârlık istemeyen yüzlerce yolu var.

(Genel ağdan alınmıştır.)

OKUMA PARÇASI

Gri Su Geri Dönüşümü İşe Yarayabilir mi?

(...) Gri suyun geri dönüştürülmesine yönelik sistemler yeni yeni geliştirildiği için ve merkezî sistemler henüz yaygın olmadığı için maliyetler yüksek, bu yüzden de sistemlerin kendilerini amorti etme süreleri uzun olabiliyor. Gri su geri dönüşümünün yaygınlaşmasının önündeki en büyük engellerden biri, pek çok ülkede bu konuda yasal bir boşluk bulunmasından dolayı gri suyun geri dönüştürülmesine ve yeniden kullanılmasına resmî olarak izin verilememesi. Zaten bu sistemlerin birçoğunun kayıt dışı olarak çalıştırıldığı biliniyor. Bu konuda yeterince bilimsel araştırma ve veri olmaması da mevzuat düzenlemeleri yapılmasını ayrıca zorlaştırıyor. Yöneticiler de konuya tedbirli yaklaşmayı tercih ettiklerinden genellikle gri suyun geri dönüştürülmesine olumsuz bakıyorlar. Gri su konusundaki en yaygın çekince, bu suların hastalık yapıcı mikroorganizmaların insanlara bulaşmasına sebep olma ihtimali. Bunun dışında gri suyun arıtılma düzeyine uygun olmayan kullanımının da çeşitli sorumlara yol açabileceği düşünülüyor. Örneğin hiç arıtılmadan sulama için kullanılan gri sulardaki tuzların toprak tuzlanması yol açabileceği düşünülüyor. (...)

Bilim ve Teknik, (2010, Aralık), Sayı 517, s. 68-71.

(Kısaltılmıştır.)

3.2.13. ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİ

Çevre sorunları hem insan sağlığını tehditeye atmakta hem de birçok canlı türünün yokmasına neden olmaktadır (**Görsel 3.71**). Çevre kirliliği 1970'li yıllarda Türkiye'de ve dünyada hissedilir boyutlara ulaşmıştır.

Türkiye'de çevre kirliliğinin önlenmesi için çeşitli çalışmalar mevcuttur. T.C. 1982 Anayasası'nda yer alan 56. Madde'de "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların görevidir." ifadesi ile çevreyi korumanın hepimizin görevi olduğu vurgulanmıştır.

Çevre sorunlarının tespiti ve değerlendirilmesi T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Bakanlık tarafından her ilin öncelikli çevre kirliliği belirlenmiştir. Ayrıca ülkemizde birçok sivil toplum kuruluşu çevre kirliliğiyle mücadele etmektedir. Belediyeler de sağlığı olumsuz etkileyen ve içerdikleri zararlı elementler nedeniyle su ve toprak kirliliği yaratan atık pillerin, kullanılmış yağların vb. toplanması için çeşitli çalışmalar sürdürmektedir.

Ülkemiz, çevre sorunlarının çözümüne katkıda bulunmak amacıyla sosyoekonomik koşulları ve kalkınma önceliklerini göz önünde bulundurmak suretiyle küresel ve bölgesel düzeyde pek çok çevre sözleşmesine taraf olmuştur. Örneğin Akdeniz'in kirlenmeye karşı korunmasına ait Barselona Sözleşmesi (1976), nesli tehlikede olan yabani hayvan ve bitki türlerinin uluslararası ticaretine ilişkin yapılmış Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaret Konvensyonu (CITES) (1996) ülkemizin taraf olduğu sözleşmelerden ikisidir.



Görsel 3.71: Çevre kirliliği tüm canlıların yaşamını tehdit eder.

Uluslararası düzeyde çevrenin korunması ve bu korumanın sürdürülebilmesi için çeşitli sözleşmeler mevcuttur. Özellikle ülkelerin bir bütün olarak daha kaliteli çevresel şartlarda yaşamalarının sağlanması, ekolojik dengenin bozulmasına neden olan faaliyetlerden uzak durulması, doğal kaynakların sömürülmesinin engellenmesi, çevrenin kirlenmesinin önüne geçilmesi ve gelecek nesillere temiz bir çevre bırakılması amaçlanmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda 1972 yılında Stockholm'de (Stockholm) yapılan İnsan ve Çevresi Konferansı ile insanın çevre üzerindeki olumsuz etkileri gündeme getirilmiştir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (1972) oluşturulmuş ve bu programla çevre sorunları hakkında uluslararası toplumların dikkatinin çekilmesi hedeflenmiştir (**Görsel 3.72**).

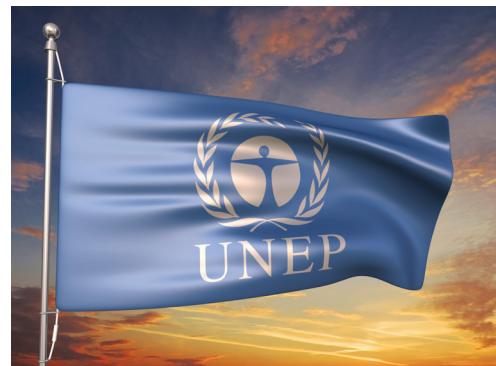
Birleşmiş Milletler tarafından 1987 yılında hazırlanan "Ortak Geleceğimiz" başlıklı raporda küresel ısınma, çölleşme, asit yağmurları, ozon tabakasındaki incelme ve nesli tükenmeye olan türlerde dikkat çekilmiş ve ortak çabaların gerekliliği vurgulanmıştır. Çevre koruma planlarının uluslararası düzeyde uygulanma başarısı, çevre kirliliğinin ortadan kaldırılması ve önlenmesi başarısını beraberinde getirmektedir.

Ağaçsız, çiçeksiz, deresiz, denizsiz, kuşsuz, böceksiz, kedisiz, köpeksiz, güneşsiz, yağmursuz veya karsız bir dünya düşünebilir miyiz? Yanıtınız mutlaka "hayır" olacaktır. Çevreye saygı ve sorumluluk, kişinin toplumsal ve doğal çevreye olan yaklaşımının da bir göstergesidir. Ünlü düşünür Udall'ın da dediği gibi "Hepimiz yeryüzünün kiracılaryız." Bu bilinç ile doğal evimiz olarak görmeliyiz. Doğaya saygılı olunduğu sürece doğadaki denge ve üretim devam edecektir.

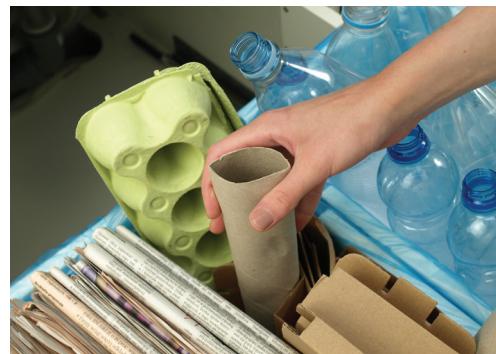
Çevre kirliliğinin önlenmesinde geri dönüşümün rolü büyektür.

Geri Dönüşüm

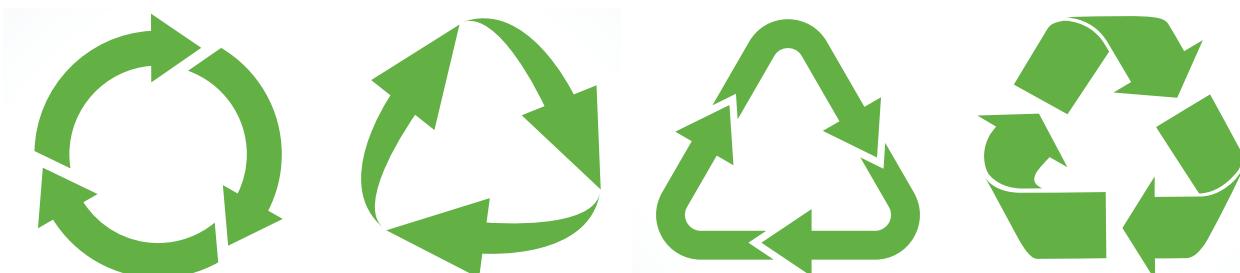
Tekrar kullanılabileme imkânı olan atıkların çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra ikincil ham maddeye dönüştürülerek üretim sürecine tekrardan dâhil edilmesine **geri dönüşüm** denir (**Görsel 3.73**). Geri dönüştürülebilen maddeler; cam, kâğıt, alüminyum, plastik, pil, motor yağı, akümülatör, beton, organik atık ve elektronik atıklardır. Geri dönüştürülebilen maddelerin üzerinde geri dönüşüm simgesi bulunur (**Görsel 3.74**).



Görsel 3.72: Birleşmiş Milletler Çevre Programı Bayrağı



Görsel 3.73: Evsel atıklar geri dönüştürülebilir.



Görsel 3.74: Geri dönüşüm simgeleri

Geri dönüşümde ham madde kaynaklarının gereksiz kullanımının önlenmesi ve çöp miktarının azaltılması hedeflenmektedir. Cam, demir, kâğıt, plastik, çelik gibi maddelerin tekrar kullanılabilmesi doğal kaynakların tükenmesini engelleyecektir (**Görsel 3.75**). Buna bağlı olarak enerji tasarrufu ve ekonomiye katkı sağlanacaktır. Örneğin kullanılmış kâğıdın tekrar kâğıt imalatında kullanılmasının hava kirliliğini %74-94, su kirliliğini %35, su kullanımını %45 azalttığı bilinmektedir. Ayrıca bir ton atık kâğıdın kâğıt hamuruna katılmasıyla 8 ağaçın kesilmesinin önüne geçilebilir.



Görsel 3.75: Plastik şişe geri dönüşüm tesisi

3.2.14. ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİNDE BİYOLOJİ İLE İLGİLİ DİĞER DISİPLİNLER

Çevre kirliliğinin önlenmesi sadece biyoloji biliminin konusu değildir. Çevre kirliliğinin önlenmesinde disiplinler arası çözüm yöntemleri benimsenmektedir. Bu çözüm yöntemleri temelde mühendislik ilke ve teknolojilerine dayalı disiplinler arası yaklaşımları gerektirir.

Artan nüfus, daha fazla gıda, daha fazla enerji ve daha fazla yerleşim alanına olan talep anlamına gelir (**Görsel 3.76**). Gıda talebini karşılamaya yönelik bilinçsizce yapılan tarımsal faaliyetler çevre kirliliğine neden olur. Ziraat ve çevre arasındaki dengeyi korumayı amaçlayan sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılacak şekilde yönetilmesini hedefleyen bir üretimdir. İyi tarım uygulamalarında kimyasal ilaç kullanımı olsa bile insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyecek şekilde uygulanmaktadır. Kimyasal ürünlerin, toksinlerin çevreye olan olumsuz etkileri kimya temellerine dayanarak engellenmeye çalışılır. Geleneksel kimya yöntemleri ile meydana gelen çevresel kirliliğin çözümünde ise yeşil kimya ilkeleri kullanılmaktadır. Yeşil kimya, günümüzde karşı karşıya olduğumuz çevresel problemlere zararlı maddelerin üretimi ve kullanımını içermeyen kimyasal üretim ile çözüm aramaktadır.



Görsel 3.76: Nüfus artışı ile birlikte çevre kirliliğide artmıştır.

Artan enerji talebinin karşılanması için temiz enerji kaynaklarına yönelik gereklidir (**Görsel 3.77**). Temiz enerji uygulamaları fizik alanının çözüm aradığı noktalardan biridir. Jeopolitik konumu elverişli olan birçok ülke artan enerji talebini karşılamak için gelişen teknoloji ile birlikte alternatif enerji kaynaklarına yönelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş panellerinin kurulumunda ziraat, ekoloji, fizik ve çevre mühendisliğinin disiplinler arası yaklaşımı örnek olarak gösterilebilir.



Görsel 3.77: Günümüzde elektrikli araba satışları mevcuttur.

Yerleşim yerine olan talep, çevre ve doğa ile uyumlu bir mimari yaklaşımı olan sürdürübilir mimariyi gündeme getirmiştir. Sürdürülebilir mimari, binalarda enerji ve su tasarrufunu; çevreye zararsız ve geri dönüştürülebilin malzemeleri kullanmayı hedeflemektedir. Doğanın kaynaklarını en verimli kullanmayı amaçlayan bir diğer disiplin ise çevre mühendisliğidir. Çevre mühendisliğinin çalışma alanlarından bazıları artan nüfusla birlikte önem kazanan su kaynaklarının yönetimi, hava kirliliği, atık yönetimi ve kontrolüdür (**Görsel 3.78**). Örneğin sanayi ve altyapı yatırımlarının yapılabilmesi için gerekli olan çevresel etki değerlendirmesi (CED) raporunun hazırlanmasında çevre mühendisliğinin ve ekolojinin disiplinler arası yaklaşımı önemlidir.



Görsel 3.78: Biyolojik atıksu arıtma tesisi.

► Araştırınız-Tartışınız

Çevre kirliliğinin önlenmesinde başka hangi disiplinlerden yarlanılabilir? Tartışınız.

► Düşünelim

Bir hafta sonu ailenizle yemyeşil bir ormanın içinde, tertemiz bir dere kenarında yürüyüş yaptığınızda neler hissederdiniz?

ETKİNLİK 3.5

Semboller ve Anlamları

- Cam şişe, konserve kutusu, plastik şişe, plastik yoğurt kutusu, karton kutu, bisküvi paketi gibi ürünlerin üzerinde geri dönüşüm işlemi ile ilgili sembollerini tespit ediniz. Bu sembollerin anlamlarını çeşitli dergi ve çevre koruma sitelerinden öğrenip sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ➔ Bu sembollerin ürünlerin üzerinde bulunmasının nedenlerini sınıfta tartışınız.
- ➔ Bu sembollerin bulunduğu paket ve ambalajların nereye atılması gereklidir? Araştırip bilgi edinerek bunları sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Bunları Biliyor musunuz?



Metal Ambalaj Atıkları

Sadece 1 metal içecek kutusunun geri dönüşümünden elde edilen enerji ile 100 Watt'lık bir ampul 20 saat çalıştırılır.



Cam Ambalaj Atıkları

Geri dönüştürülen 1 ton cam atık ile 100 litre petrol tasarrufu sağlanır.



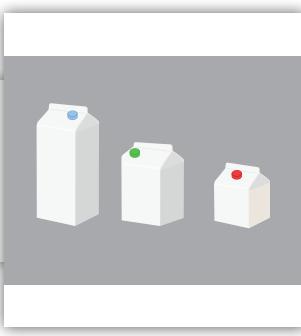
Kâğıt/Karton Ambalaj Atıkları

Geri dönüştürülen 1 ton kâğıt/karton atık ile 17 ağacın hayatı kurtulur.



Plastik Ambalaj Atıkları

Plastik ambalaj ve atıklarının geri dönüşümünden elyaf içeren tekstil ürünleri, atık su boruları ve marley gibi malzemeler üretilir.



Kompozit Ambalaj Atıkları

Kompozit ambalaj atıklarının geri dönüşümünden karton koliler, yalıtmalzemeleri ve mobilya gibi ürünler üretilir.

OKUMA PARÇASI

Geri Dönüşebilen Ambalajlar

Her birey ihtiyaçlarını karşılamak üzere her gün birçok farklı ürün satın alır. Alınan bu ürünler çoğu zaman, daha sağlıklı ve korunaklı muhafaza edilmek üzere ambalajlanmaktadır. Örneğin bir meyve suyu satın aldığımızı düşünelim. Meyve suyunu tükettiğimizde geriye kalan kutu artık ambalaj atığıdır. Ambalaj atıklarını, diğer atıklardan ayrı şekilde biriktirmek sureti ile tekrar geri dönüşüm sevk edebiliriz.

Bunu yapmak çok kolay!

Satın aldığımız ürünlerin ambalajlarını evlerimizde ayrı bir torbada biriktirerek ilk adımı atmış oluruz. Biriktirdiğimiz ambalaj atıklarını evimize en yakın ambalaj atığı kumbaralarına atarak geri dönüşümü başlatırız. Eğer oturduğunuz belediye sınırları içerisinde ambalaj atığı kumbarası yoksa belediyyenize bu konuda başvurmalısınız.

Geleceğiniz için talep edin!

Unutmayın, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği doğrultusunda ilçe belediyeleri, ambalaj atıklarını kaynağında ayrı toplamak veya toplattırmak ile yükümlüdür.

Belediyenizde geri kazanım çalışmaları yapılmıyor ise ambalaj atıklarının hangi gün ve saatte toplandığına dair bilgi almak için yine belediyenizin çevre koruma ve kontrol ya da temizlik işleri bölümlerinden bilgi talebinde bulunabilirsiniz.

Ambalaj atıklarınızı ayrı bir torbada biriktirerek ülke ekonomisine ve doğaya katkı sağlayabiliriz.



(Genel ağıdan alınmıştır.)

**DENEY
3.3**

Geri Dönüşümlü Kâğıt Yapıyorum



Deneyin Amacı

Kullanılmış kâğıtların geri dönüşümle tekrar kullanılabildiğini gözleme

Araç Gereçler

Eski gazeteler, plastik kova, plastik leğen, ince delikli tel parçacık (süzgeç), tahta kaşık, iki adet emici bez, naylon poşet, ağır bir cisim, odun tutkulu ve su.

Uygulama

- ▶ Eski gazeteleri kovaya koyunuz ve üzerine su ekleyerek bir gece bekletiniz.
- ▶ Ertesi gün kovadaki suyu süzünüz ve ıslak gazeteleri tahta kaşıkla ezerek hamur hâline getiriniz.
- ▶ Elde ettiğiniz kâğıt hamurunu leğene koyunuz ve eşit ölçüde su ekleyip karıştırınız.
- ▶ Teli karışımın içine sokup üzerinde kalan hamurla birlikte karıştırınız.
- ▶ Düz bir zemin üzerine bir bez seriniz.
- ▶ Teli kâğıt hamurunun bulunduğu yüzey alta gelecek biçimde hızlı bir şekilde bez üzerine koyunuz ve teli iyice bastırıp hamur beze yapışınca kaldırınız.
- ▶ Hamurun üzerine ikinci bir bez örtüp tekrar bastırınız.
- ▶ Leğendeki hamur bitene kadar bir kat hamur, bir kat bez koyarak bu işlemi tekrarlayınız.
- ▶ En üste naylon poşeti koyunuz ve bunun üzerine ağır bir cisim yerleştiriniz.
- ▶ Birkaç saat sonra kâğıtları dikkatle bezlerden ayırınız.
- ▶ İyice kurumaları için eski gazete ya da kâğıt havluların üzerine seriniz.
- ▶ Yeni kâğıtlarınız artık kullanmaya hazırır.

Değerlendirme

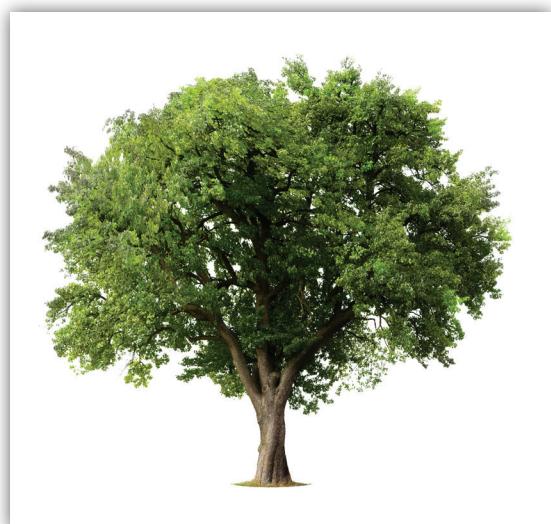
- ⇒ Kâğıdın ham maddesini düşünerek kâğıt geri dönüşümünün doğaya sağladığı yararları tartışınız.
- ⇒ Geri dönüşümü yapılabilen başka maddeler hangileridir? Araştırınız.

**ETKİNLİK
3.6**
**Çevreye Zarar Veren Üretim ve Tüketim
Faaliyetleri**

- ▶ Çevreye yerel ve küresel boyutta zarar veren üretim ve tüketim faaliyetlerini tartışmak için sınıf iki gruba ayrılır.
 - 1. grup: Çevreye zarar veren üretim faaliyetleri hakkında bilgi toplayınız.
 - 2. grup: Çevreye zarar veren tüketim faaliyetleri hakkında bilgi toplayınız.
 - ▶ Edinilen bilgi ve fotoğrafları kullanarak diğer gruba bir sunum yapınız.
- Etkinlik sonunda aşağıdaki soruyu cevaplayınız.**
- ⇒ Bu faaliyetlerin azaltılabilmesi için neler yapılabilir? Tartışınız.

OKUMA PARÇASI
**Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve
Doğal Kaynakları Koruma Vakfının Biyolojik Çeşitlilik Koruma Projesi**

TEMA Vakfı, ülkemizin en değerli yaşayan hazinelerini içeren biyolojik çeşitliliğimizin korunması için projeler uygulamaktadır. Çünkü Anadolu kendi başına ayrı bir kita değildir. Ancak ayrı bir kitaymış gibi büyük bir kıtanın sahip olabileceği tüm biyolojik çeşitlilik özelliklerine sahiptir. Üç ayrı kıtanın kavuşma ve geçiş noktasında bulunan Anadolu, geçmişteki farklı jeolojik devirler boyunca kendisini çevreleyen üç kıtada yaşayan çok çeşitli canlı türleri için kötü çağlarda “sigınak” iyi çağlarda da “dağınak” görevini üstlenmiştir. Bu nedenle Anadolu, hem tür çeşitliliği hem de genetik çeşitlilik bakımından oldukça zengin bir konumda bulunmaktadır.



Türkiye, yerkürede mevcut olan sekiz önemli gen merkezinden iki tanesini içine almaktadır [Vavilov'un (1951) bitkiler için tanımladığı önemli gen merkezleri: Etiyopya, Akdeniz havzası, Orta Doğu, Orta Asya, Hindistan, Çin +Siyam+Malaya+Java, Güney Meksika + Orta Amerika, Güney Amerika]. Dünyada değişik ülkelerde yetiştirilen pek çok bitki ve hayvan türünün orijinal ataları, bu topraklardan dağılmıştır. Anadolu toprakları, insanlığı beslemeye önemli katkısı olan bitki ve hayvan türlerinin pek çoğunu yabani atalarını barındırmaktadır. Bir bakıma Anadolu ekosistemi, doğal bir gen bankası niteliğindedir. Ancak bu canlı türleri ve onların taşıdığı nadir genler, bulundukları habitatlarda, bilinen veya bilinmeyen değişik çevre sorunları ile karşı karşıya kalmaktadır. Türkiye, dünyadaki geopolitik önemine ek olarak jeobiyotik önemi de büyük olan bir ülkedir.

(Genel ağıdan alınmıştır.)

3. BÖLÜM

DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK



Anahtar Kavramlar

Biyokaçakçılık

Endemik tür

Doğal kaynak

Gen bankası

Sürdürülebilirlik

Gen Merkezi Anadolu Olan Sığırkuyrukları

Sığırkuyrukları büyük, tüylü yapraklı bir, iki ya da çok yıllık bitkilerdir. Genellikle sarı çiçekleri olan sığırkuyruklarının çiçekleri seyrek de olsa mor ya da menekşe rengi de olabilir. Uzunlukları 50-200 cm arasında değişebilen sığırkuyrukları genellikle açık ve kuru alanlarda, kayalık ve taşlık yerlerde yaşar, yol kenarlarında da görülebilir. Kaynaklara göre değişimle birlikte dünyada 360 civarında sığırkuyruğu türü yaşadığı biliniyor. Ülkemizde 250 civarında sığırkuyruğu türü var, bunlardan 193'ü endemik. Diğer bir deyişle yaklaşık %80'i endemik olan bu grubun gen merkezi ülkemiz. Genelde dar yayılış gösteren endemik bitkilerin birçoğunun soyu tehlike altındadır. Buna en iyi örnek son yıllarda keşfedilen iki endemik sığırkuyruğu türü. İlk 2010 yılında Demiroluk köyü Tufanbeyli'de (Adana) keşfedilen *Verbascum turcicum* (*Verbascum turcicum*). Bu tür de 1.700-1.800 metre yükseklikte yaşıyor. Diğer 2011 yılında Maden Köyü-Ulukışla'da (Niğde) keşfedilen bilimsel adı *Verbascum ergin-hamzaoglu* (*Verbascum ergin-hamzaoglu*) olan tür. Bu tür, 1.500-1.700 metre yükseklikte yaşıyor ve yaklaşık 20 km² lik tek bir yayılış alanı var. Çok küçük bir alanda yaşadıkları için her iki türün de soyları tehlike altında.

Endemik sığırkuyrukları yalnızca botanik alanından değil farmakognozı alanından bilim insanların da ilgisini çekiyor. İçerdikleri farklı biyokimyasal bileşenler nedeniyle tıbbi bitki potansiyeli taşıyan bu bitkiler, insan sağlığına yararları açısından da araştırılıyor. (...) *Verbascum obtusifolium* (*Verbascum optisifelyum*) türü ise antioksidan ve antiviral etki açısından oldukça önemli.

Bilim ve Teknik, Sayı 530.

(Kısaltılmıştır.)

- Endemik tür nedir?
- Endemik türlerin soyunun tükenmesindeki sebepler neler olabilir? Tartışınız.
- Soyu tükenmekte olan canlılar için alınabilecek tedbirler nelerdir?
- Ülkemizde endemik canlı çeşitliliğinin fazla olmasının sebepleri nelerdir?
- Gen merkezi ne demektir?



3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

3.3.1. DOĞAL KAYNAKLAR

Yer altında ve yer üstünde bulunan tükenmeyecek ve tüketebilen kaynaklara **doğal kaynaklar** denir.

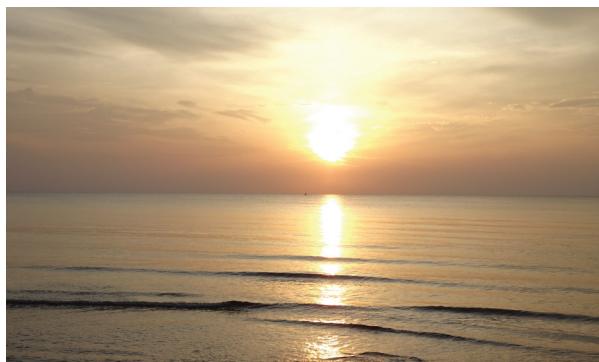
İnsanoğlu var olduğundan bu yana doğal kaynakları kullanmaktadır. Tarım yapmaya başladığı dönemde günümüze dek toprak, toprak altı ham maddeler sürekli kullanılmıştır. Keşfedilen madenler, Sanayi Devrimi ile işlenmeye başlanmış ve farklı alanlarda kullanılmıştır. Özellikle tarımda kullanılan aletlerin yapılması, toprağa ve ormancılığa verilen önemi artırmıştır. Bunun yanında sanayi kuruluşlarının ve insanlarda refah düzeyinin artması, enerji için artan gereksinimi beraberinde getirmiştir. Ulaşımda uzun mesafeleri kısالتan araçların yakıtları da yine doğal kaynaklardan elde edilmektedir.

Ülkemiz, doğal kaynaklar bakımından birçok ülkeye göre oldukça avantajlı konumdadır. Şimdi bu kaynakları inceleyelim.

3.3.1.1. Tükenmeyecek Doğal Kaynaklar

Tükenmeyecek kaynaklar kendi içinde daimî kaynaklar ve yenilenebilen kaynaklar olarak ikiye ayrılır. Daimî kaynaklar; güneş, rüzgâr, dalga ve sudur.

Güneş, dünya var olduğu sürece ışısına devam edeceğinden daimî bir kaynaktır (**Görsel 3.79**). Güneş'ten elde edilen enerji çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde güneş enerjisi, ısıtma ve elektrik üretme gibi çeşitli amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır (**Görsel 3.80**).



Görsel 3.79: Güneş daimî kaynaktır.



Görsel 3.80: Günümüzde güneş enerjisinden ısı enerjisi elde edilmektedir.

Rüzgâr, yeryüzünün farklı derecelerde ısınmasından kaynaklanan sıcaklık farkları ile oluşmaktadır. Rüzgâr, coğrafi koşullara göre farklılık göstermesine rağmen sürdürülebilir enerji üretimi için yerli ve daimî bir kaynaktır. Ülkemizde tüketilen enerjinin yaklaşık %6,3'ü rüzgâr santrallerinden karşılanmaktadır (**Görsel 3.81**).



Görsel 3.81: Rüzgârdan enerji üreten rüzgâr türbinleri

Dalga, su yüzeyinde rüzgârin yol açtığı su kütlesinin hareketidir. Oluşan dalga hareketleri ile dalga enerjisi oluşmaktadır (**Görsel 3.82**). Bu dalga enerjisi, elektrik enerjisi üretiminde kullanılabilir. Dalga oluşumunun sürekli olması ve çevre kirliliği yaratmaması, sürdürülebilir çevre için alternatif bir enerji kaynağıdır.

Ülkemiz, su kaynakları açısından şanslı ülkelerden biridir. Üç tarafı denizlerle çevrili olmasının yanında nehir, göl ve derelere hemen hemen her bölgede rastlanmaktadır. Su, okyanus ve denizlerden atmosfere, atmosferden yeryüzüne, ardından tekrar deniz ve okyanuslara ulaşması şeklinde bir döngüye sahiptir. Bu nedenle su daimî bir kaynaktır. Ayrıca suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi sonucunda elektrik enerjisi (hidroelektrik enerji) üretmek mümkündür. Ülkemizde 2021 yılında hidroelektrik kaynaklı 55,5 milyar kWh elektrik üretilmiştir (**Görsel 3.83**).

Yenilenebilen kaynaklar, yeryüzündeki koşullar el verdiği sürece ve doğru bir şekilde işlendiğinde kendini tekrarlayan kaynaklardır. Ormandan kesilen ağaçlar, zaman içerisinde kendini yenilemektedir ancak bu durum için yaklaşık 40 yıl gerekir.

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısı ve basıncın oluşturduğu, çeşitli kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlar ile yüzeye taşınan ısı enerjisidir (**Görsel 3.84**). Ülkemiz, jeotermal su kaynakları bakımından Avrupa ülkeleri arasında ilk sırada gelmektedir. Ülkemizde yaklaşık 1.000 adet doğal çıkış şeklinde değişik sıcaklıklarda jeotermal kaynak mevcuttur.

Toprak, yaşam alanı ve besin gereksinimi açısından biyosferin önemli parçalarından biridir. Bilincsiz, plansız sulama ve aşırı gübreleme toprağa zarar vermesine rağmen, kirlilik etmenlerinin ortadan kaldırılması sonrasında toprak kendini yıllar içerisinde yenileyebilir. Aşırı toprak kirliliğinde ise toprağın yenilenebilmesi zorlaşmaktadır. Hava da makul sınırlar içerisindeki kirliliği çeşitli hava olayları ve madde döngüleri ile bertaraf edebilmektedir.



Görsel 3.82: Dalga enerjisi, rüzgârin deniz ve okyanus yüzeyinde hareketi sonucunda oluşur.



Görsel 3.83: Ülkemizde hidroelektrik santrallerinden elektrik üretilmektedir.



Görsel 3.84: Jeotermal enerji, ısıtma ve elektrik üretimi gibi birçok alanda kullanılabilir.

► Bilgi Kutusu

Jeotermal kaynaklar yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Bugün için ülkemizde elde edilen jeotermal enerjiden elektrik üretimi, ısıtma (sera ve konut), termal ve sağlık turizmi, endüstriyel mineral eldesi, balıkçılık, kurutmacılık vb. gibi alanlarda yararlanılmaktadır.

3.3.1.2. Tükenebilen Kaynaklar

Kullanımı sonucunda kendini yenileyemeyen kaynaklardır. Bu kaynakların rezervleri, kullanımı ile her geçen gün azalmaktadır. Günümüzde enerji üretiminde ve çeşitli araçların çalışmasında ağırlıklı olarak fosil yakıtlar (doğal gaz, petrol, kömür) kullanılmaktadır.

Kömürün neredeyse rakipsiz olduğu dönemi, petrolün egemen olduğu dönem takip etmiştir. Gelişen çevre bilincine paralel olarak doğal gaz kullanımı artan biçimde petrol ve kömürün yanında yer almaya başlamıştır (**Görsel 3.85**). Doğal gaz, temiz enerji kaynağı olmakla birlikte tüketebilir doğal kaynaktır.

Ayrıca ülkemizin farklı yerlerinde farklı madenler çıkarılmaktadır. Elektrik ve elektronik sanayinde ve mutfak malzemeleri yapımında kullanılan **bakır**; sertleştirme özelliği ile bilinen ve madenî eşya yapımı ile demir çelik sanayisinde kullanılan **krom**; deterjan, elyaf, cam, jet ve roket yapımında kullanılan **bor**; tarımsal gübre, deterjan, inşaat ve kimya sanayisinde kullanılan **çinko**; eczacılık alanında kullanılan **civa**; uçak ve otomobil sanayisi ile elektrik malzemesi yapımında kullanılan **boksit**; gübre, kimya ve boya sanayisinde kullanılan **kükürt**; gübre, yem, gıda, deterjan ve kimya sanayisinde kullanılan **fosfat**; yüksek ısıya dayanıklılık gerektiren ürünlerin üretiminde kullanılan **toryum**; demir çelik sanayinde kullanılan **demir** ve **altın** bu maddelere verilebilecek bazı örneklerdir.

Dünya bor rezervinin %73'ü ülkemizdedir. Ülkemizde yaygın olarak bulunan **bor**, gelişen teknoloji ile birlikte nanoteknolojik ve ileri teknolojik ürünlerin (cep telefonu, bilgisayar vb.) imalatında çok önemli bir paya sahiptir (**Görsel 3.86**). Uçak ve havacılık endüstrisinde bor kullanımı giderek artmaktadır. Bor mineralinin, kara ve deniz ulaşımında kullanılan araçlarda diğer yakıtlara kıyasla yoğun enerjiye sahip olması nedeniyle yakıt olarak kullanımı konusunda araştırmalar yapılmaktadır. Çünkü borun yanıcı olması fakat yüksek sıcaklıklarda tutuşması ve çevre kirliliği yaratacak emisyon açığa çıkarmaması, ulaşımda tercih edilmesinin sebeplerindendir. Bunların dışında cam, tarım, kimya, deterjan, seramik, metalürji gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

Dünyada bor ürünlerinin tüketimi yaklaşık 4 milyon tondur. 2021 yılında dünya bor talebinin yaklaşık %62'si ülkemiz tarafından karşılanmıştır. Dünyadaki bilinen bor rezervlerinin yaklaşık %75'i Eskişehir ve Kütahya'da bulunmaktadır. Ülkemizde bor madenini ekonomiye kazandıran Eti Maden İşletmeleridir.

► Bilgi Kutusu

Eskişehir'de 2020 yılında lityum karbonat üretim tesisi açıldı. Tesiste Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) başta olmak üzere tüm elektrikli otomobilin, mobil telefonların, elektrikli araçların bataryalarında ve elektrikle çalışan aletlerin pillerinde kullanılan lityum, Türkiye'de ilk defa yerli olarak bordan üretilicek.



Görsel 3.85: Ülkemizde doğal gaz rezervleri keşfedilmiştir.



Görsel 3.86: Kristal hâldeki bor minerali

3.3.2. DOĞAL KAYNAKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Sürdürülebilirlik, ekoloji ve ekolojik sistemlerin işlevlerinin devamının sağlanmasıdır. Dünyada bulunan kaynaklar insan faaliyetleriyle azalmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilirlik ancak kaynakların kendini yenileyebilmesine fırsat sunacak hızda kullanılmasıyla sağlanabilir.

Sürdürülebilir kalkınma, sosyal, ekonomik ve ekolojik olmak üzere üç boyutta incelenmektedir:

Sosyal boyut: Toplumda refahın ve sosyal eşitliğin artırılması, çevresel risklerin ve ekolojik kıtlıkların azaltılmasıdır.

Ekonominik boyut: İnsan yaşamının kalitesini artırmak için ihtiyaç duyulan kaynakların sınırlı olduğu bilinci ile en adil şekilde kullanımı sağlanır.

Ekolojik boyut: Geri dönüştürülebilir veya geri dönüşümü olmayan doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlayacak şekilde kullanılmasıdır.

Doğal kaynakların bilinçsiz kullanıcıları, türlerin yaşam ortamlarının yokmasına hatta biyolojik çeşitliliğin azalmasına, çevre kirliliğinin artmasına yol açmaktadır. Tür çeşitliliği besin, ilaç, enerji, ham madde gibi faydalari ile ülkemiz ekonomisine katkı sağlamaktadır.

Doğal kaynaklarımızdan olan ormanlar, birçok canlıya ev sahipliği yapması ve oksijen kaynağı olması nedeniyle ekolojik açıdan önemli role sahiptir (**Görsel 3.87**).

Doğal kaynaklarımıza koruyabilmek için tükenenilen doğal kaynaklarımız yerine daimî doğal kaynaklarımızın kullanımı ülkemiz ekonomisine katkı sağlayacaktır. Daimî kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi son yıllarda artış göstermektedir (**Görsel 3.88**).

Madenler, ülke içerisindeki sanayi işletmelerinde işlenerek insanların kullanımına sunulmasının dışında yurt dışına ihraç edilerek **ekonomiye katkı** sağlar. Ülkemiz, doğal taşlar bakımından, jeolojik yapısı itibarıyla zengin bir potansiyele sahiptir. Doğal taş ihracatında katma değeri en yüksek ürün, işlenmiş mermer ve işlenmiş travertendir.

Ekolojik açıdan düşündüğümüzde yaşamımızı sürdürmek ve gerekli enerjiyi sağlamak için doğal kaynaklara ihtiyaç duyuyoruz. Doğadaki canlıların zenginliği de doğal kaynakların sürdürülebilirliğine bağlıdır.

► Öğretmene Öneri

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sosyal boyutunun daha iyi anlaşılmaması için okul ve çevre imkânları dâhilinde doğa gezisi düzenleyebilirsiniz.



Görsel 3.87: Karasal ekosistemin oksijen kaynağı ormanlardır.



Görsel 3.88: Rüzgâr ve güneş doğal kaynaklardır.

**ETKİNLİK
3.7**
Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği

► Ailenize ait günlük ve aylık su tüketimini aşağıdaki form ile hesaplayınız.

| SU TÜKETİM FORMU | | | | |
|-------------------------------------|--|--|------------------------------------|---|
| Aktivite | Bu aktivitenin günlük tekrarlanma sayısı | Bu aktivite için her seferinde kullanılan su miktarı | Gün sayısı (haftalık/aylık/yıllık) | Belirlenen zaman için kullanılan su miktarı toplamı |
| BANYO | | | | |
| Sifon çekme | | x 9 litre | xgün | =.....litre |
| Duş alma | | x 50 litre | xgün | =.....litre |
| Banyo yapma | | x 120 litre | xgün | =.....litre |
| Diş fırçalama | | x 4 litre | xgün | =.....litre |
| MUTFAK | | | | |
| Bulaşıkları elle yıkama | | x 110 litre | xgün | =.....litre |
| Bulaşık makinesi ile bulaşık yıkama | | x 15 litre | xgün | =.....litre |
| Çamaşır makinesi ile çamaşır yıkama | | x 50 litre | xgün | =.....litre |
| EV DIŞI FAALİYETLER | | | | |
| Araba yıkama | | x 113 litre | xgün | =.....litre |
| Bahçe sulama | | x 19 litre | xgün | =.....litre |

Tabloyu doldurduktan sonra aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ⇒ Su tüketimi en fazla hangi aktivitede gerçekleşiyor?
- ⇒ Sınıfta su tüketimi en fazla ve en az olan kişilerin tüketimindeki fark en çok hangi aktiviteden kaynaklıyor?
- ⇒ Suyun sürdürülebilirliği ve diğer doğal kaynakların sürdürülebilirliği için neler yapılabilir? Sınıfta tartışınız.

OKUMA PARÇASI

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARI VE GÖSTERGELERİ

Birleşmiş Milletlerin (BM) 25 Eylül 2015 tarihinde New York'ta düzenlenen Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde bir araya gelen ülke liderleri 2030 yılına kadar dünyada yoksullğun tüm boyutlarıyla ortadan kaldırılması ve insanlığın ortak refahının sağlanması için 17 amaç ve 169 hedeften oluşan Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını kabul etmişlerdir.

| | | | |
|---|--|--|--|
| 1 YOKSULLUĞA SON | Yoksullğun tüm biçimlerini her yerde sona erdirmek. | 11 SÜRDÜRÜLEBİLİR ŞEHİRLER VE TOPLULUKLAR | Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak. |
| 2 AĞLAŞA SON | Ağlığı bitirmek, gıda güvenliğine ve iyi beslenmeye ulaşmak ve sürdürülebilir tarımı desteklemek. | 12 SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM VE TÜKETİM | Sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarını sağlamak. |
| 3 SAĞLIK VE KALİTELİ YASAM | Sağlıklı ve kaliteli yaşamı her yaştan güvence altına almak. | 13 İKLİM EYLEMİ | İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek. |
| 4 NİTELİKLİ EĞİTİM | Kapsayıcı ve hakkaniyete dayanan nitelikli eğitimi sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenim fırsatlarını teşvik etmek. | 14 SUDAKI YASAM | Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir kullanmak. |
| 5 TOPLUMSAL CİNSİYETEŞİLLİĞİ | Cinsiyet eşitliğini sağlamak ve tüm kadınlar ile kız çocuklarını güçlendirmek. | 15 KARASAL YASAM | Karasal ekosistemleri korumak, iyileştirmek ve sürdürülebilir kullanımını desteklemek; sürdürülebilir orman yönetimini sağlamak; çölleşme ile mücadele etmek; arazi bozunuşunu durdurmak ve tersine çevirmek; biyolojik çeşitlilik kaybını engellemek. |
| 6 TEMİZSUVE SANATŞASTON | Herkes için erişilebilir su ve atıksu hizmetlerini ve sürdürülebilir su yönetimini güvence altına almak. | 16 BARIS, ADALET VE GÖCÜLKURUMLAR | Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumlar tesis etmek, herkes için adaletle erişimi sağlamak ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar oluşturmak. |
| 7 ERİŞİLEBİLİR VE TEMİZ ENERJİ | Herkes için karşılanabilir, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi sağlamak. | 17 AMAÇLAR İÇİN ORTAKLIKLAR | Uygulama araçlarını güçlendirmek ve sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığını canlandırmak. |
| 8 İNSANA YAKIŞIRIS VE KİVİKONOMİK BüYÜME | İstikrarlı, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üreten istihdamı ve herkes için insana yakışır işleri desteklemek. | | |
| 9 SANAYİ, YENİLİKÇİLİK VE ALTYAPI | Dayanıklı yapıyalar tesis etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek ve yenilikçiliği güçlendirmek. | | |
| 10 ESİTSİZLİKLERN AZALTILMASI | Ülkelerin içinde ve arasındaki eşitsizlikleri azaltmak. | | |

(Genel ağıdan alınmıştır.)

3.3.3. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK VE ÖNEMİ

Biyolojik çeşitlilik, dünyada bulunan canlıların çeşitliliğinin ifadesidir. Biyolojik çeşitlilik kavramı; genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği, ekosistem çeşitliliği olmak üzere üç ayrı başlıkta incelenmektedir.

Genetik çeşitlilik: Tür içinde bireylerin sahip olduğu genetik farklılıklardır. Genetik çeşitliliğe, kalıtım materyali olan DNA'nın dizilişi sebep olmaktadır.

Tür çeşitliliği: Ekosistemdeki farklı türleri belirtir. Son zamanlarda dünyada bulunan birçok tür yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Tür çeşitliliğindeki azalma, bu şekilde devam ederse ekosistemlerde bulunan tür çeşitliliğinin yarısından fazlası yok olacaktır.

Ekosistem çeşitliliği: Yeryüzündeki ekosistemlerin çeşitliliğini ifade eder. Bu kavram, yeryüzündeki yaşam alanlarının farklılığını ve farklı yaşam birliklerini tanımlamaktadır.

Biyolojik çeşitliliği oluşturan bitki ve hayvan türleri ve endemik türler ekolojik, ekonomik ve kültürel değerler taşırlar. Biyolojik çeşitlilik ve endemik türler millî ve küresel mirasımızdır.

Ekosistemlerde her canlı türü farklı bir görevde sahiptir. Canlı türlerinin yok olması, diğer bir ifade ile biyolojik çeşitlilikte azalmalar ekosistemlerin sürdürülebilir olmasını engelleyecektir. Besin maddesi olarak tüketilmeleri, çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılacak ilaçların ham maddesi olmaları, sanayi için bazı temel malzemeler sağlama, turizmde önemli rol oynamaları biyolojik çeşitliliğin ekonomik yararları arasındadır. Tıbbi değerlere sahip türlerde ait bileşenlerin ilaç sanayisinde kullanılması ile sağlık alanında daha etkili tedaviler sağlanmaktadır (*Görsel 3.89*).

Bazı canlı türleri sadece belirli alanlara özgüdür ve **endemik** tür olarak isimlendirilir. **Endemizm** ise bir canlı türünün belirli bölgede var olması durumudur. Endemik türlerin korunması oldukça önemlidir. Günümüzde birçok ilaçın bitkilerden elde edildiğini, bitkilerden elde edilen 120 kimyasalın hâlâ yapay olarak üretilmediğini de unutmamak gereklidir.

Araştırınız-Tartışınız

Ülkemizin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını sağlayan faktörler nelerdir? Araştırarak elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Bilgi Kutusu

Biyolojik çeşitlilik eşsiz güzelliği ile insanların hayal güçlerini artırmakta, estetik ve kültürel olarak ilham kaynağı olmaktadır. Bunun etkilerine halı-kilim desenleri, türküler, şiirler ve resimlerde rastlanmaktadır.



Görsel 3.89: Haşhaş, ağrıya karşı bilinen en eski tıbbi bitkidir.

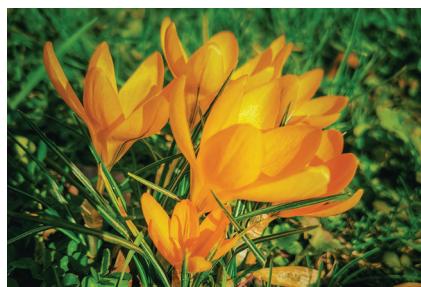
Bilgi Kutusu

Tuz Gölü ve çevresinde yaşayan 38 endemik tür bulunmaktadır.

Ülkemiz, sahip olduğu endemik bitki türleri açısından dünyanın onde gelen ülkelerinden biridir. Avrupa kitasındaki bitki türlerinin %75'i ülkemizde bulunur. Bu türlerin üçte biri ise ülkemizdeki endemik bitkilerdir (**Görsel 3.90**).



Mersin



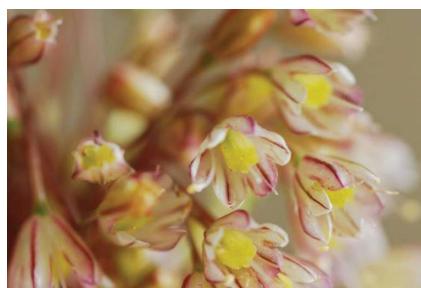
Ankara çiğdemsi



Sevgi çiçeği



Ters lale



İstanbul soğanı



Ankara armudu

Görsel 3.90: Türkiye'deki bazı endemik bitki türleri

Anadolu'da çok sayıda endemik bitkinin merkezi kabul edilen bölgeler bulunmaktadır. Bozkır gibi yaşam ortamlarında da endemizm oranı çok yüksektir.

► Araştırınız-Tartışınız

Tuza ve kuraklığa dayanıklı olan bitki türlerini korumanın önemini tartışınız.

► Bilgi Kutusu

Safranbolu'da dar bir alanda yayılış gösteren safran, endemik bitkilerimizdendir. Safran, 150'den fazla uçucu ve aroma taşıyan bileşik içermektedir. Bu nedenle kurutularak özellikle gıda boyası ve tat verici olarak kullanılmaktadır. Safran, ağırlığına göre dünyanın en pahalı baharatıdır.



ETKİNLİK

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Ülkemizin coğrafi ve iklim özelliklerinin bize kazandırdığı endemik türler bitkilerle sınırlı değildir. Ankara tavşanı, Tarsus çatalburun, Toros kurbağası, Sivas kangalı, Van inci kefali, Denizli horozu endemik hayvanlara örnektir (**Görsel 3.91**).



Ankara tavşanı



Tarsus çatalburun



Toros kurbağası



Sivas kangalı



Van inci kefali



Denizli horozu

Görsel 3.91: Türkiye'deki bazı endemik hayvan türleri

Günümüzde aşırı avlanma nedeniyle bazı türler yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır hatta bazı türler yok olmuşdur. Örneğin Anadoluparsı, doğal yaşam alanlarının ve av kaynaklarının azalması nedeniyle insanların yaşadığı bölgelere inmeye zorlanmış ve geldikleri alanlarda ise genellikle insanlar tarafından vurularak öldürülmüşlerdir (**Görsel 3.92**). Nesli tükenme tehlikesi altında olan Anadoluparsı, besin zincirinin üst kısmında yer alan etobur bir hayvandır. Her yok olan tür, ekosistemlerde yeri doldurulamayacak boşluklar yaratmaktadır. Bu yüzden doğadaki her canının, ekosistemde ayrı işlevi olduğunu unutmadan biyolojik çeşitliliğe, ekosistemin doğal işleyişine dikkat ederek canlılara müdahale edilmemelidir.



Görsel 3.92: Anadolu parsı

Bunları Biliyor musunuz?

Hatay Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Müzesi

Tarihî ve kültürel zenginliği yanında hoşgörü kenti Hatay doğal güzellikleriyle de önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde bulunan yaklaşık 10.000 bitki türünün 3.300 kadarı endemiktir. Hatay'da ise 2.000'den fazla tespit edilen bitki türünden 300 kadarı endemik bitkiden oluşuyor. Buna göre ülkemizde yetişen endemik bitkilerin %10'u Hatay'da yetişmektedir. Bu bölgede 2.000'den fazla tespit edilen bitki türünden birçoğunun tıbbi ve aromatik bitki olduğu saptanmıştır.



Hatay'da tespit edilen bazı tıbbi ve aromatik bitkileri tanıtmak amacıyla 2012 yılında restorasyonun tamamlanması sonucu ziyarete açılan Türkiye'nin ilk Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Müzesine ev sahipliği yapan yapı, 19. yy'da inşa edilen 2 katlı eski bir Antakya evidir. Yani bu mekânda tarihî ve doğal güzellikleri iç içe görmenz mümkün. 280 tane tıbbi ve aromatik bitki müzede halkın ilgisine sunuluyor. Cam kavanozda ve el örgüsü sepetlerde kullanımına hazır nihai hâllerinin sergilendiği tıbbi ve aromatik bitkilere adaçayı, civanperçemi, tilki üzümü, oğul otu, fesleğen, defne, kantaron, karabaş otu, hartlap, çakşır kökü, meyan kökü, taş nanesi, böögürtlen kökü, erguvan yaprağı, pelin otu, hatmi gülü, ebegümeci ve ölmek çiçeği gibi örnekler verilebilir. Bitki örneklerinin yanı sıra büyük ebatta fotoğraflarının, botanik bilgilerinin ve ne için kullanıldıklarının mevcut olduğu müzenin kısımlarını da gezebilir; alt katta bulunan girildiğinde çok hoş bir kokuya sizleri karşılayan odalarında ise bitkilerin yağlarını görüp ne için kullanıldıkları hakkında bilgi sahibi olabilirsiniz.



(Genel ağıdan alınmıştır.)

OKUMA PARÇASI

Orman Sümbülü

Anadolu'nun bulunduğu coğrafi konum biyoçeşitlilik açısından bir kavşak gibidir. Bitki bilimciler dünyamızı bitki coğrafyası açısından 37 ayrı bölgeye ayırır. Bu bölgelerden üçü (Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan) ülkemizde kesişir. Dünyada hızla koruma altına alınması gereken zengin biyoçeşitliliğe sahip 34 sıcak nokta vardır. Bunlardan da üç tanesi (Kafkasya, Akdeniz, İran-Anadolu) ülkemizde. Türkiye, Güney Afrika ve Çin'le birlikte üç sıcak noktanın kesiştiği bir ülke. Tüm bunlar zengin bitki biyoçeşitliliğinin nedenidir. Öyle ki bugün üç bini endemik olmak üzere on bin civarında bitki türü ülkemizde yaşar. Çok farklı habitatlarda ve bölgelerde yaşayan bitkilerden bir grup da sümbüllerdir. Sümbüller, zambakgiller (Liliaceae) ailesinin üyeleridir. Zambakgillerin dünyada yaklaşık 250 cinsi ve 3.500 türü bulunurken ülkemizde 35 cinsi ve 400'ün üzerinde türü vardır. Bu cinslerden biri de *Scilla*'dır (Şilla); bu cinsde ait 6'sı endemik olmak üzere 18 tür yaşar. Sümbüller genellikle tropikal ve ılıman bölgelerde doğal olarak bulunur. Ülkemizde *Scilla* cinsine ait 18 tür yaşıyor. (...)



Bilim ve Teknik, (2013, Haziran), Sayı 547, s. 88-89.

(Kısaltılmıştır.)

OKUMA PARÇASI

Endemik Bir Memeli Kaya Yediuyuru

Anadolu, tarih boyunca çok farklı jeolojik ve iklimsel olaylar geçirdi. Bu süreç içinde doğal olarak çok sayıda canlı türü yaşadı. Bazıları değişen koşullara uyum sağlayamadı ve soyları tükendi. Bazıları da bu koşullara çok iyi uyum sağlayarak günümüze kadar soylarını devam ettirdi. Değişim hâlâ devam ediyor ve günümüzde yaşayan türlerden bazıları soylarını gelecek nesillere taşıyacak, bazıları da yok olacak. (...) Büyük beden yapısına sahip, sınırlı yaşam alanlarında yaşayan canlılar değişime ayak uydurmaktı zorlanıyorlar. Küçük beden yapısına sahip, çok çeşitli yaşam alanlarında ve ortamlarında yaşayabilenler ise soylarını devam ettirecek gibi görünüyor. Bunlardan böcekler, en iyi uyum sağlayan grup. Bunun yanında kemiriciler gibi küçük memelilerden bazıları (insanlarla birlikte yaşayabilecek fareler, sincanlar vb.) son değişime uyum sağlayanlardan. Ancak Küçük memelilerin bazıları, ailenin diğer üyeleri gibi şanslı degiller. Vahşi ortamlarda yaşayanların yaşam alanlarının daralması başta olmak üzere birçok nedenden dolayı soyları tehdikede. Bunlardan bir grup da kemiriciler takımından olan yediuyurlar. Ülkemizde yaşayan 8 türü var. Bunlardan bir tanesi bilimsel adı *Dryomys laniger* (Diraymis lenigır) olan kaya yediuyuru ya da yünlü yediuyur. Türün en önemli özelliği endemik olması. Diğer bir deyimle dünyada ülkemizden başka hiçbir yerde yaşamıyor olması. Ülkemizde Toros Dağları'nın yüksek bölgelerinde, özellikle karstik kayalık yerlerde, yaşamını sürdürüyor. Bunun yanında Malatya, Tunceli, Erzincan ve Niğde'de de yaşadığı biliniyor. Yüksek dağ kesimlerinde ormanın bittiği yerlerden sonrası yaşam alanı olarak seçenek kaya yediuyuru, 1.600 ila 2.200 metre yükseklikteki yerlerde yaşıyor. Kaya yediuyuru, vücut yapısından dolayı sincaba benzeyen bir tür. (...) Endemik türlerde bir sorun da türün soyu tükenince bir daha geri getirme olasılığının olmaması. Onun için tür, çok dikkatli biçimde izlenmeli ve bilimsel araştırmalar yapılmalı. Gerektiğinde koruma programları önceden planlanıp uygulanılmalıdır.



Bilim ve Teknik, (2008, Mart), Sayı 484, s. 72.

v(Kısaltılmıştır.)

3.3.4. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİN KORUNMASI

Biyolojik çeşitlilik, biyosferin ana dengesini sağlamada oldukça önemlidir. Biyolojik çeşitlilik; karbon, azot, su gibi madde döngülerinin merkezindedir. İklim dengelerinin ve yaşam koşullarının belirlenmesine katkılar sağlar.

Biyolojik çeşitliliğin işlenmesi ve değerlendirilmesi ekonomik açıdan zenginliktir. Ayrıca insanın temel besin kaynağıdır.

Ekosistemlerde yok olan türler insan yaşamını da doğrudan ya da dolaylı olarak tehlikeye sokmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunmasında, organik tarım etkili bir uygulamadır. Anadolu'da yer alan yerli baklagiller ve buğday temel besin kaynaklarımızdır. Ancak daha fazla verim için toprağın aşırı gübrelenmesi, anızların yakılması, kontolsüz otlatma ya da verimli arazilerin betonlaştırılması biyolojik çeşitliliğe yönelik en büyük tehditler arasındadır. Aşırı avlama, tıbbi bitkilerin ve otların kontolsüzce toplanması ve biyokaçaklılık birçok tür için tehlike oluşturmaktadır. **Biyokaçaklılık**, doğadan yabani bitki ve hayvanların veya onlara ait parçaların, yetkili kurumların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkarılmasıdır. Biyokaçaklılık veya biyokorsanlık olarak adlandırılan bu yol, ülkemizin baş etmek zorunda kaldığı yeni bir kaçakçılık türü olup giderek daha büyük bir sorun hâline gelmektedir. Endemizm oranının ve genetik çeşitliliğin son derece yüksek olması ülkemizi genetik kaynaklar açısından bir cazibe merkezi hâline getirmiştir. Biyokaçaklılık, ülkemizin hem biyolojik çeşitliliğini hem de ekonomik geleceğini tehdit etmektedir. Ülkemize bitki ve hayvan örnekleri toplamak üzere gelen yabancılar kültür, turizm, iş ya da bilimsel amaçlı toplantılar katılımları gibi başka faaliyetlerle asıl amaçlarını gizlemekte ve elde ettikleri örnekleri çeşitli şekillerde yurt dışına kaçırarak maddi çıkarlar doğrultusunda kullanmaktadır.

Ülkemizden en çok kaçırılan canlılar şunlardır:

- Böcekler
- Kelebekler
- Bitkiler
- Kuşlar
- Sürüngeçerler (yılan, kaplumbağa, kertenkele vb.)
- İki yaşamlılar (kurbağa vb.)
- Yumuşakçalar (salyangoz vb.)

Ayrıca deniz, akarsu ve sulak alan gibi yerlerin endüstriyel, tarımsal ve evsel atıklarla kirlenmesi, biyolojik çeşitliliği tehdit eden bir diğer unsurdur. Tüm bunların önüne geçilmesi ile biyolojik çeşitliliğin korunması mümkündür.

Ülkemizde biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan ilki canının bulunduğu ortamın korunmasına yönelik yapılan çalışmalarlardır. Bu ortam, başka canlı türlerinin de yaşadığı bir ekosistemdir. Ülkemizdeki bu koruma alanları T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının bağlı Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundadır. Farklı ekosistemleri içeren millî parklar, tabiat

D Araştırınız-Tartışınız

Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçaklılığın önlenmesine yönelik alınabilecek çözümleri tartışınız.

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

parkları, tabiatı koruma alanları, tabiat anıtları, yaban hayatı geliştirme sahaları gibi koruma alanları vardır (**Görsel 3.93**). Ülkemizin ev sahipliği yaptığı biyolojik çeşitliliğin bir kısmı ulusal mevzuata göre bir kısmı da uluslararası sözleşmelere göre koruma altındadır. Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü 2017-2021 yılına ait Tabiatı Koruma Durum Raporu'na göre ülkemizin karasal korunan alan büyüklüğü 3 milyon 666 bin 573 hektar olarak tespit edilmiştir (**Tablo 3.1**).



Görsel 3.93: Abant Gölü 1988 yılında tabiat parkı olarak ilan edilmiştir.

Tablo 3.1: Türkiye'nin korunan alanlar sistemi içinde yer alan korunan alanları

| Korunan Alanlar | Sayısı (adet) | Alan Büyüklüğü (ha) |
|---|---------------|---------------------|
| Millî park | 46 | 908.543 |
| Tabiat parkı | 260 | 109.638 |
| Tabiatı koruma alanı | 31 | 46.455 |
| Tabiat anıtı | 114 | 9.104 |
| Yaban hayatı geliştirme sahası | 85 | 1.165.896 |
| Ramsar alanı | 14 | 184.487 |
| Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan | 59 | 869.697 |
| Mahallî Öneme Haiz Sulak Alan | 22 | 29.266 |
| Muhafaza ormanı | 55 | 247.709 |
| Şehir (Kent) Ormanı | 137 | 10.266 |
| Gen Koruma Ormanı | 340 | 43.279 |
| Tohum Meşceresi | 312 | 40.697 |
| Tohum Bahçesi | 212 | 1.540 |
| TEK YÜZEY HÂLINE GETİRİLMİŞ TOPLAM | 1.687 | 3.666.573 |

<https://www.ogm.gov.tr> (2021 verileri)

Ülkemizdeki biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik çalışmaların diğer bir yolu, genetik materyalin çeşidine göre canlıların yaşadıkları alanların dışında da koruma altına alınmasıdır. Gen bankaları, botanik bahçeleri, tohum bankaları, arazi gen bankaları gibi ortamlarda biyolojik çeşitliliğin korunması sağlanmaktadır. Ancak genetik materyallerin uzun süreli saklanması oldukça pahalı bir yöntemdir.

Son yıllarda çevresel tahrıpler, iklim değişikliği, yanlış arazi kullanımı ve yüksek verime sahip genetiği değiştirilmiş çeşitlerin tarımsal üretimde yer alması, bitki genetik kaynaklarını azaltmaktadır. Bu yüzden çeşitli ülkelerde bitki tohumlarını koruma altına almak için tohum gen bankaları kurulmaya başlanmıştır. Bitki gen materyalinin yaşam alanlarından toplanarak genetik çeşitliliğin korunması ve türün devamlılığı için depolandığı özel koşullara sahip kuruluşlara "Bitki Gen Bankası" denilmektedir. Gen bankaları kurularak türlerin tohum, yumurta, sperm ya da DNA'ları saklanmaktadır (**Görsel 3.94**).



Görsel 3.94: Gen bankasında saklanan bitki tohumları

Türkiye'de bu alandaki çalışmalarla 1964 yılında başlanmış olup gerçek anlamda ilk ulusal tohum gen bankası Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1974 yılında kurulmuştur. 2010 yılında ise Ankara'da dünyanın sayılı gen bankalarından olan Türkiye Tohum Gen Bankası kurulmuştur. Türkiye Tohum Gen Bankasının faaliyete girmesi ile biyolojik çeşitliliğin ve genetik kaynakların korunması ve değerlendirilmesinde önemli bir adım atılmıştır.

Ülkemizde gerek devlete bağlı gerekse gönüllü çalışan, endemik türleri ve doğal yaşamı korumayı amaç edinen birçok kuruluş vardır. Var olan kuruluşların ve ülke politikalarının yanı sıra çevre kirliliğinin önlenmesinde birey olarak hepimiz sorumluyuz. Gelecek kuşaklara yaşanabilir bir çevre bırakmak için elimizden geldiği kadariyla çevre koruma etkinliklerine katılarak çevremizdeki insanları çevreyi korumaları konusunda bilinçlendirebiliriz.

OKUMA PARÇASI

Soyu Tükenmekte Olan Canlılar İçin Bir Umut

Son yıllarda birçok hayvan türünün yok olduğunu ya da nesillerinin tükenmek üzere olduğunu biliyoruz. Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) Hayvan Türlerini Koruma Komisyonu, hazırladığı raporda şu an dünya üzerindeki türlerin %25'inin yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu, 26 memeli türünün 24'ünün yok olma sınırında olduğunu ve geçtiğimiz 100 yıl içerisinde 1.000 kadar türün neslinin tüketliğini belirtiyor. Bu konuya ilgili yapılan araştırmalarda bir yabani hayvan türünün toplam sayısı 1.000'e bile ulaşamıysa bu hayvan türünün özel olarak korunması gereği vurgulanıyor.

İsmi Yunanca kryos (buz), bios (hayat) ve logos (bilim) kelimelerinden türetilen kryobiyoji temel olarak hücre ve dokuları dondurarak inceleyen bir bilim dalı. Düşük sıcaklığın organizmalar üzerindeki etkilerini araştıran kryobiyoji, dondurulan ve daha sonra çözüürülen hücrelerin işlevsel özelliklerini daha iyi anlamamızı sağlıyor. Bu sayede soyu tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan canlıları korumak için yeni yöntemler geliştirilebiliyor. Örneğin 2003 yılında dünyadaki panda sayısı 1.596 olarak belirlendi ve bu hayvan türü için nesli tükenebilir uyarısı yapıldı. Bunun üzerine Çin Halk Cumhuriyeti'nde bulunan Chengdu (Çengdu) Panda Üreme ve Yetiştirme Merkezi pandaları koruma görevini üstlendi. Bu kuruluşta panda sayısı yapay döllenme yoluyla artırılıyor ve korumanın nihai amacının pandaların doğaya dönmelerini sağlamak olduğu belirtiliyor.

Bazı uzmanlar pandaların, (...) kötü genleri nedeniyle üremeleri konusunda umutsuz olduklarını söylüyor. Ama daha sonra bilim insanları asıl sorunun, pandaların ana besin kaynağı olan ve yüksek rakımlarda yetişen bambu ağacına insanların verdiği zarardan kaynaklandığını belirledi. Bu sorunların çözülmesi ve pandaların üremelerine yapay döllenme yoluyla yardım edilmesi sayesinde nesillerinin tükenme riski azaltılıyor. Yapay döllenme işlemi için erkek hayvandan alınan sperma dişi üreme kanalına yerleştiriliyor. Böylece çiftleşme olmadan üreme sağlanıyor. Ayrıca üremede etkili olan diğer çevre koşulları da kontrol altına alınarak bu uygulamanın başarısı artırılıyor. Örneğin pandaların doğal yaşam



alanlarının genişlemesi, daha çok taze bambuya beslenmelerini ve dişilerin yılda 3-4 gün süren kızgınlık dönemlerinin daha iyi değerlendirilmesini sağlıyor.



Birleşmiş Milletler bünyesindeki Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) dünyadaki gen kaynaklarının korunabilmesi için mümkün olan en çok sayıda evcil hayvan türünün yetistiricilikte kullanılması gerektiğini belirtiyor. Vahşi hayvan türlerinin korunması içinse hayvanların yaşadığı bölgenin ve çevrenin korumaya alınması, doğal yaşamı koruma parklarının oluşturulması ve mümkün olduğu kadar sperma ve embriyonun dondurulup saklanması gerekiyor. Özellikle yetistiricilikte kullanılan hayvanlara uygulanan biyoteknolojik yöntemler sayesinde genetik ilerleme ve genetik çeşitliliği koruma çalışmalarında büyük ilerlemeler kaydediliyor.

Biyoteknolojinin bir çalışma alanı olan gamet hücrelerinin hijyenik olarak elde edilmesi, dondurulması ve saklanabilir özelliklerinin keşfedilmesi insanları klonlayabilme konusunda bize önemli bilgiler sağlıyor. Bazı canlı hücrelerin ve mikroorganizmaların çok düşük sıcaklıklara dayanabildikleri ve çözme işlemi sonrasında normal işlevlerine geri dönebildikleri bilgisinden yola çıkılarak yapılan biyoteknolojik çalışmalar bu bilim dalının gelişmesine katkıda bulunuyor.

Hücrelerin dondurulmasında suyun biyolojik formunun değişmesi (transformasyon) söz konusudur. Yani dondurma, suyun biyolojik olarak kristalleşmesi ve şekil değiştirmesi ile gerçekleşir. Kristalleşme (seeding) donma sıcaklığına ulaşmamış sıvılarda dış etkiyle -5°C ila -7°C arasında başlatılır ve kristalleşmedeki ısı dalgasının yaratacağı zarar en azı indirilmiş olur. Kristalleşmenin başlatılması dondurma işlemi için kullanılan özel cihazlar sayesinde daha kontrollü yapılabilir. Bu sayede ani kristalleşme önlenir ve hücre dışı ortama sıvı geçişinde yeterli süre sağlanır.

Sonuç olarak üreme hücrelerinin ve dokularının dondurulma aşamalarındaki bu ilerlemeler ve araştırmalar insanların ve hayvanların nesillerini devam ettirebilmeleri, genetik çeşitliliğin ve ilerlemenin sağlanması açısından büyük öneme sahip.

(Genel ağıdan alınmıştır.)

**ETKİNLİK
3.8**
**Biyolojik Çeşitliliğin Korunmasında
Alınabilecek Önlemler**
Etkinliğin Amacı

“Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçakçılığın önlenmesi için neler yapılabilir?” konusunun tartışıması ve tartışma kurallarının öğrenilmesi.

Yöntem

Altı şapka teknlığında farklı renkteki şapkalar, farklı bakış açılarını temsil eder ve bu teknikle öğrencilerde çok yönlü düşünme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenir.

Bu yöntemle:

- ▶ Bir konu üzerinde belirtilen tüm görüşler bir sisteme sokulmuş olur.
- ▶ Fazla zaman kaybı önlenir.
- ▶ Demokratik tutum kazanılır.
- ▶ Farklı fikirlere saygı gelişir.
- ▶ Problemin farklı çözümleri olduğu fark edilir.
- ▶ Empati gelişir.

Şapkaların renkleri şunları ifade etmektedir.



Duygusal bir bakış açısı verir.



Tarafsız ve objektiftir.



Karamsar ve olumsuzdur.



Serinkanlılığı temsil eder.



İyimser, umutlu ve olumlu düşünme ile ilgilidir.



Yaratıcı ve yenilikçi fikirler içerir.

- ▶ “Biyolojik çeşitliliğin ve biyokaçakçılığın önlenmesi için neler yapılabilir?” konusunda düşünelerinize uygun olan şapkayı takarak tartışınız.

Etkinlik sonunda aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

- ⇒ Sınıfta en çok hangi şapka tercih edildi? Neden?
- ⇒ Ürettiğiniz çözüm önerileri nelerdir?

OKUMA PARÇASI

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) iklim değişikliği sorununa karşı küresel tepkinin temelini oluşturmak üzere 1992 yılında kabul edilmiştir. Sözleşme 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. 194 Tarafı bulunan Sözleşme, neredeyse evrensel bir katılıma ulaşmıştır. Sözleşmenin nihai amacı, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmaktır. BMİDÇS bir çerçeve sözleşme olarak genel kuralları, esasları ve yükümlülükleri tanımlamaktadır. Sözleşme, iklim sisteminin, bütünlüğü başta endüstri ve diğer sektörlerden kaynaklı karbondioksit ve öteki sera gazı salımlarından etkilenebilecek, ortak bir varlık olduğunu kabul etmektedir.

Amaç ve İlkeler

Madde 2, Sözleşme'nın nihai amacını "Sözleşme'nin ilgili hükümlerine göre, atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde tutmayı başararak" olarak tanımlamıştır. Bu amaç "Böyle bir düzeye, ekosistemlerin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlamasına, gıda üretiminin tehdit etmeyecek ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir şekilde devamına izin verecek bir zaman dahilinde ulaşılmalıdır" hükmü ile niteliklendirilmiştir.

Sözleşme Kapsamındaki Yükümlülükler

Sözleşme Tarafların azaltım ve iklim değişikliğinin etkilerine uyuma ilişkin yükümlülüklerini tanımlamaktadır. Sözleşme, tüm Taraflar için geçerli yükümlülüklerle ek olarak, gelişmiş ve gelişmekte olan ülke Tarafları için farklı yükümlülük türleri ortaya koymaktadır.

Sözleşme kapsamında, tüm Taraflar sera gazı salımları, ulusal politikalar ve en iyi uygulamalar ile ilgili bilgileri toplamak ve paylaşmakla yükümlüdür. Sözleşme, Tarafların ulusal salım envanterleri geliştirmelerini, iklim değişikliği azaltım ve uyumu kolaylaştırma önlemleri içeren ulusal programlar hazırlamalarını ve uygulamalarını ve uygulama ile ilgili bilgileri Taraflar Konferansı'na bildirmelerini gerektirmektedir.

(Genel ağıdan alınmıştır.)



3. ÜNİTE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıda verilen ifadeleri dikkatlice okuyunuz. İfade doğru ise "D"yi, yanlış ise "Y"yi işaretleyiniz. Yanlış olan ifadelerin doğrusunu yanındaki kutucuğa yazınız.

| | D | Y | DOĞRUSU |
|-----|---|---|--|
| 1. | | | Ses kirliliğinin insan sağlığı üzerinde olumlu etkisi vardır. |
| 2. | | | Evlerde ve sanayide fosil yakıt kullanımı atmosferdeki oksijen miktarını artırır. |
| 3. | | | Radyasyon kaynakları doğal ve yapay radyasyon kaynakları olarak ikiye ayrılır. |
| 4. | | | Tarım ilaçlarının toprağa karışması hava kirliliği oluşturur. |
| 5. | | | Asit yağmurları, suları asitli hâle gelen göldeki canlılığın sona ermesine neden olabilir. |
| 6. | | | Biyolojik çeşitlilik bir bölgede yaşayan bitki çeşitliliği demektir. |
| 7. | | | Doğal alanlarda tarım arazilerinin genişletilmesi yaban hayatına zarar verir. |
| 8. | | | Erozyonun önlenmesi için ormanların tahribi önlenmelidir. |
| 9. | | | Ekosistemdeki canlıları etkileyen abiyotik faktörler; üreticiler, tüketiciler ve ayırtıcılardır. |
| 10. | | | İnsanın çeşitli faaliyetleri sonucunda doğrudan ya da dolaylı olarak oluşturduğu çevresel zararların birim CO_2 cinsinden ölçüsüne ekolojik ayak izi denir. |

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

B. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları doğru ifadeleri kullanarak tamamlayınız.

asit yağmurları

hava kirliliği

sera etkisi

besin zinciri

endemik

ses kirliliği

toprak

tür çeşitliliği

erozyon

1. Havada bulunan katı, sıvı, gaz şeklindeki yabancı maddelerin çevre ile canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaratacak boyutlara ulaşmasına denir.
2. Bilinçsiz gübreleme ve ilaçlama sonucunda kimyasallar toprağa, topraktan da bitkilere geçer. Bu kimyasal atıklar yoluyla insan ve hayvanların vücutlarına geçer.
3. Bir bölgedeki birbirinden farklı bütün canlıların oluşturduğu çeşitliliğe denir.
4. Yeryüzünün sınırlı bir bölgesinde yayılış gösteren türlere denir.
5. sonucunda toprağın alt kısmındaki verimsiz tabaka ortaya çıkar.
6. Ağaçların kesilmesi ve orman yangınları canlılarına zarar vermektedir.
7. binaları ve kültür varlıklarını aşındırarak olumsuz yönde etkiler.
8. Yeryüzüne gelen güneş ışığı atmosfere geri yansındığında sera gazları tarafından tekrar yeryüzüne gönderilir. Isınan hava yeryüzünde hapsolur. Buna denir.

C. Aşağıda verilen soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1. Küresel iklim değişikliğinin beklenen etkilerinden dört tanesini yazınız.

.....
.....

2. Ekolojik ayak izi nedir?

.....
.....

3. Ekolojik ayak izi hesaplaması yapılması faydalari nelerdir?

.....
.....

4. Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarına örnek veriniz.

.....
.....

5. Su kirliliğini önlemek için alınabilecek kişisel önlemler nelerdir?

.....
.....

6. Biyolojik çeşitlilik kavramını örneklerle yazınız.

.....
.....

7. Havada bulunan kirletici maddelerin insan sağlığı üzerindeki etkileri nelerdir?

.....

.....

8. Erozyonu önlemek için alınabilecek tedbirlerden biri de ağaçlandırmadır. Ağaçlandırmanın erozyonu nasıl önlediğini yazınız.

D. Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

- 1. Asağıdakilerden hangisi abiyotik faktörlerden değildir?**

2. Su kıtlığının artmasına bağlı olarak aşağıda verilenlerden hangisinin oluşması beklenemez?

- A) Ötrophikasyon
 - B) Küresel ısınma
 - C) Sularda yaşayan canlıların ölmesi
 - D) Atmosfer ile su arasında yapılan oksijen alışverişinin bozulması
 - E) İnsanlarda sarılık, tifo ve dizanteri gibi bulasıçı hastalıkların ortaya çıkması

- ### **3. Hava kirliliğinin nedenleri arasında:**

- I. motorlu taşıtların egzoz gazları,
 - II. ısınma amacıyla kullanılan fosil yakıtlar,
 - III. ağaçlandırma çalışmaları

faktörlerinden hangisi bulunmaz?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

4. Cep telefonları, baz istasyonları, yüksek gerilim hatları ve elektronik cihazlar aşağıdaki kirlilik cinsitlerinden hangisine neden olur?

- A) Su kirliliği
 - B) Radyoaktif kirlilik
 - C) Besin kirliliği
 - D) Toprak kirliliği
 - E) Hava kirliliği

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

5. Hava kirliliği, atmosfer havasında bulunan gaz oranlarının değişmesi sonucu ortaya çıkar.
Buna göre aşağıdakilerden hangisi hava kirliliğine neden olan faktörlerden biri değildir?
- A) Isınmada fosil yakıtların kullanılması
 - B) Orman yangınlarının artması
 - C) Çöplerin yakılması
 - D) Fabrika bacalarına filtre takılması
 - E) Ağaçların kesilmesi
6. Aşağıda verilenlerden hangisi doğal hayatı olumsuz etkileyen bir faktör değildir?
- A) Ormanların kesilmesi
 - B) Sulak alanların kurutulması
 - C) Orman yangınları
 - D) Tarımda kullanılan ilaçlar
 - E) Doğal yaşam alanlarının kontrol altına alınması
7. I. Radyoaktif kirlilik
II. Erozyon
III. Hava kirliliği
- Yukarıdakilerden hangileri güncel çevre sorunlarındanandır?**
- A) Yalnız I
 - B) Yalnız II
 - C) I ve II
 - D) II ve III
 - E) I, II ve III
8. I. Güneş enerjisi
II. Kömür
III. Doğal gaz
- Numaralandırılmış kaynakların endüstride ve isınmada kullanılmasıyla oluşan karbon ayak izi aşağıdaki seçeneklerden hangisinde azdan çoga doğru sıralanmıştır?**
- A) I - II - III
 - B) II - I - III
 - C) I - III - II
 - D) III - II - I
 - E) II - III - I
9. **Ekosistemdeki canlıları etkileyen;**
- I. sıcaklık,
 - II. iklim,
 - III. ayırtıcılar,
 - IV. rüzgâr
- faktörlerinden biyotik ve abiyotik olanlar aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**
- | Biyotik faktörler | Abiyotik faktörler |
|-------------------|--------------------|
| A) I ve II | III ve IV |
| B) I ve III | II ve IV |
| C) III | I, II ve IV |
| D) I ve IV | II ve III |
| E) II ve IV | I ve III |

10. Bir hayvan türünün neslinin tükenmesine;

- I. bu türle avlanan hayvan sayısının aşırı artışı,
- II. doğal habitatının tahrif edilmesi,
- III. türün genetik yapısında değişim olması

durumlarından hangileri neden olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

11. I. Toroslardaki çam ağaçları

- II. Akdeniz'deki balıklar
- III. Karadeniz'deki hamsiler

Numaralandırılmış canlılardan hangileri popülasyona örnek oluşturur?

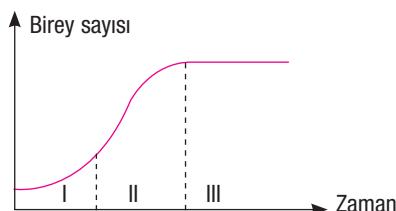
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

12. Holozoik beslenen bir canlı ile ilgili,

- I. İnorganik maddelerden faydalanan.
- II. Hücre dışı sindirim yapar.
- III. Sadece etçil olarak beslenir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

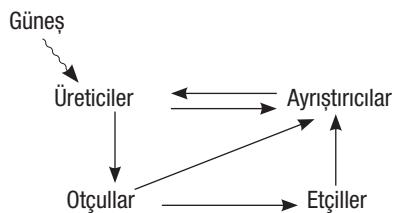
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

13. Aşağıdaki grafikte bir popülasyonun birey sayısının değişimi gösterilmiştir.

Bu grafiğe göre I, II ve III aralıklarında popülasyonun büyümeye hızı ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- A) III > II > I B) I > II > III C) II > III > I
 D) II > I > III E) III > I > II

14.



Yukarıda verilen şemaya göre aşağıdaki çıkarımlardan hangisi yapılamaz?

- A) Etçiler, üreticilerden doğrudan faydalananamaz.
- B) Ekosistemdeki temel enerji kaynağı güneşdir.
- C) Ekosistemde etçil canlıların artması üreticileri etkiler.
- D) Üretici canlıların zarar görmesi sadece ayırtıcılar ve otçul canlıları olumsuz etkiler.
- E) Ayırtıcılar, üreticiler için ham madde sağlar.

15. Bir ekosistemdeki besin zincirini oluşturan aşağıdaki canlı gruplarından hangisi, inorganik molekülli oksitleyerek enerji üretir?

- A) Kemosentetik bakteriler
- B) Fotosentetik bakteriler
- C) Ayırtıcı bakteriler
- D) Yeşil bitkiler
- E) Tüketiciler

16. Ayırtıcı canlılar besin kaynağı olarak

- I. üretici,
- II. birincil tüketici,
- III. ikincil tüketici,
- IV. üçüncü tüketici

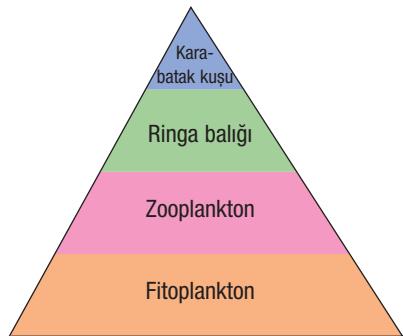
canlı gruplarından hangilerinin atıklarını kullanabilir?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I, II ve III
- D) II, III ve IV
- E) I, II, III ve IV

17. Yanda dengeli bir ekosistemdeki besin piramidi gösterilmiştir.

Zooplanktonların birey sayısındaki artış;

- fitoplanktonların biyokütlesinin artması,
 - karabatak kuşuna aktarılan enerji miktarının artması,
 - güneş ışığını doğrudan kullanan birey sayısının azalması
- durumlarından hangilerine neden olabilir?**



- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

18. Aşağıdaki tabloda, bir göl ekosisteminde aynı besin zincirinde bulunan A, B, C ve D canlı türlerinin dokularındaki zehirli madde birikimi verilmiştir.

| Canlı türü | Dokuda Biriken Zehirli Madde Miktarı (mg) |
|------------|---|
| A | 0,037 |
| B | 0,045 |
| C | 0,101 |
| D | 0,254 |

Buna göre

- A türü fotosentez yapan bir tür olabilir.
- B türü otçul beslenir.
- C türü etçil beslenir.
- B, C ve D türleri ototrof canlılardır.

yargılardan hangilerine varılabilir?

- A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III
 D) I, III ve IV E) II, III ve IV

19. Doğadaki azot döngüsü;

- ayırıştırıcı canlılar,
- fotosentetik canlılar,
- kemosentetik canlılar

gruplarından hangilerinin ortak etkileşimi sonucu gerçekleşir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

EKOİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

20. I. Hücre dışı sindirim yapma
II. Heterotrof beslenme
III. Holozoik beslenme

Numaralandırılmış özelliklerden hangisi ayırtıcı canlılarda görülür?

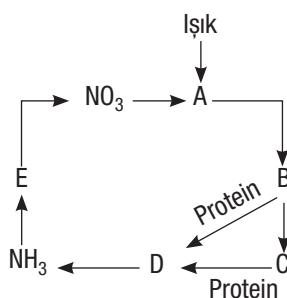
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

21. I. Fosil yakıtların aşırı kullanımı
II. Ekolojik dengenin bozulması
III. Biyolojik çeşitliliğin azalması
IV. Bazı bitki ve hayvan türlerinin neslinin tükenmesi

Numaralandırılarak verilen olaylar bir ekosistemin bozulması sırasında hangi sıra ile gerçekleşir?

- A) I - II - III - IV B) I - IV - III - II C) II - I - III - IV
D) II - III - IV - I E) IV - III - I - II

22. Aşağıdaki şemada A, B, C, D ve E canlıları arasındaki beslenme ilişkisi verilmiştir.



Buna göre bu canlılar ile ilgili,

- I. Besin zincirinde en fazla biyokütleye A canlıları sahiptir.
II. D canlıları prokaryot hücre yapısına sahip olabilir.
III. B ve C canlıları heterotroftur.
IV. E canlıları fotootroftur.

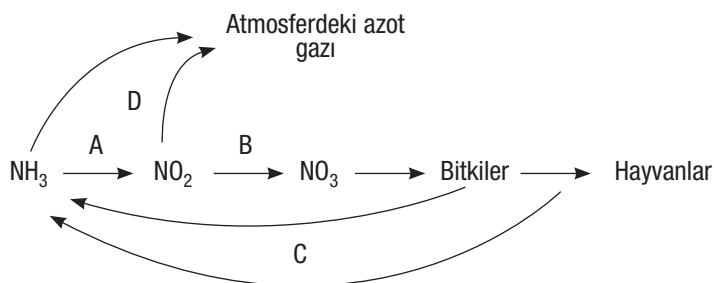
özelliklerden hangileri doğrudur?

- A) II ve III B) I, II ve III C) I, II ve IV
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

23. Aşağıdaki durumlardan hangileri tür çeşitliliğinin azalma nedenlerindendir?

- A) Dünya nüfusunun sürekli artması
B) Ormanların sürekliliğinin korunması
C) Baraj havzalarının ağaçlandırılması
D) Av yasaklarına uyumun artması
E) Zehirli fabrika atıklarının denizlere atılmasının yasaklanması

24. Aşağıdaki şemada azot devrinin bazı basamakları ve bu devirde görev alan canlılar numaralarla gösterilmiştir.



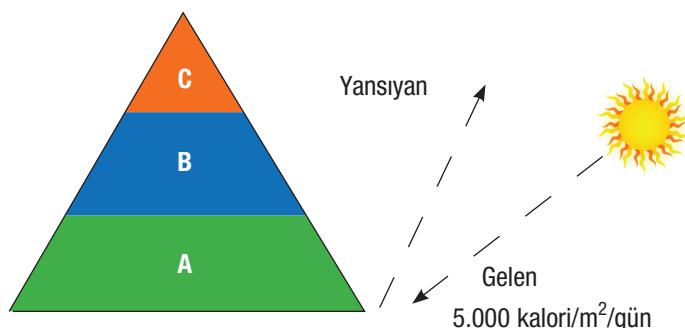
Buna göre

- I. A canlıları inorganik maddelerden organik madde sentezleyebilir.
- II. B canlıları ayırtıcı bakterilerdir.
- III. A ve B canlıları prokaryot yapıda olabilir.
- IV. D canlıları kesinlikle bakterilerdir.

yargılardan hangileri doğrudur?

- | | | |
|------------------|---------------------|-----------------|
| A) I ve II | B) II ve III | C) I, III ve IV |
| D) II, III ve IV | E) I, II, III ve IV | |

25. Bir ekosisteme gelen güneş ışığının miktarı $5.000 \text{ kalori}/\text{m}^2/\text{gün}$ kadardır. Gelen ışınların yarısı atmosfere geri yansıtılmakta, kalani da üreticiler tarafından kullanılmaktadır.



Buna göre B ve C canlı gruplarına aktarılan enerji miktarları aşağıdaki seçeneklerden hangisiinde verilmiştir?

- | | <u>B</u> | <u>C</u> |
|----|----------|----------|
| A) | 5.000 | 5.000 |
| B) | 2.500 | 2.500 |
| C) | 2.500 | 250 |
| D) | 250 | 25 |
| E) | 250 | 250 |

CEVAP ANAHTARLARI

1. ÜNİTE

A. DOĞRU / YANLIŞ

| | |
|----|---|
| 1 | (Y) Mitoz bazı tek hücreli canlılarda üremeyi sağlar. |
| 2 | (D) |
| 3 | (Y) Vejetatif üreme eşeysiz üreme olduğu için oluşan bireyler, kalıtsal olarak ana canlı ile aynıdır. |
| 4 | (Y) Mitozda kardeş kromatitler ayrılır. |
| 5 | (D) |
| 6 | (Y) Eşeyli üremenin temeli mayoz ve döllenmedir. |
| 7 | (Y) Eşeysiz üreme çeşitlerinden vejatatif ürme, bitkilerde en fazla görülen üreme şeklidir. |
| 8 | (D) |
| 9 | (Y) Bitki hücrelerinde sitoplazma bölünmesi ara lamel oluşumu ile gerçekleşir. |
| 10 | (D) |

B. BOŞLUK DOLDURMA

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| 1. Mitoz | 6. genom |
| 2. krossing over | 7. rejenerasyon |
| 3. mayoz- döllenme | 8. interfaz-mitotik evre |
| 4. hermafrodit | 9. Eşeysiz |
| 5. sentromer | 10. interfaz |

C. AÇIK UÇLU SORULAR

- Mayoz sonucunda kromozom sayısı yarıya indirilir ve homolog kromozom çiftlerinin yarısına sahip olan haploit (n) gametler oluşur. Bu gametlerin döllenmesi ile eşeyli üreme gerçekleştirilir. Döllenme sonucunda mayoz ile yarıya indirilmiş olan kromozom sayısı tekrar iki katına çıkarılmış olur. Bu sayede eşeyli üreyen canlılarda kromozom sayısı nesiller boyunca sabit kalır.
- Hücre bölünmesinin hücresel düzeyde temel iki nedeni olduğu söylenebilir:
 - Hücrenin yüzey/hacim oranının bozulması ile hücre zarının madde alışverişi konusunda yetersiz kalması
 - Hücrenin sitoplazma/çekirdek oranının bozulması ile çekirdek etki alanının sınırlılığı nedeniyle hücre yönetim merkezi olan çekirdeğin tüm hücreye yetememesi
- Evde yetiştirilen saksı bitkilerinin çoğunlukla yaprak veya gövdesinin bir parçasından yeni bir bitki oluşturulması, çilek bitkisinin sürüngen kövde ile üremesi, patatesin yumru ile üremesi ve lalelin soğanla üretilmesi eşeysiz üremenin vejatatif üreme şecline örnektir. Bu örnekler çevre gözlemlene-rek artırılabilir.

- 4.** Vücutumuzdaki her hücre belli bir amacı gerçekleştirmek üzere özelleşmiştir. Ancak başlangıçta herhangi bir amaçları yoktur. Hücresel farklılaşma adı verilen bir süreç sonunda belli bir hücre tipine, örneğin kas ya da sinir hücrebine dönüşür.

Sinir hücreleri hayli özelleşmiş hücrelerdir ve her birinin sinir sistemi içinde belli bir yeri ve karmaşık görevleri vardır. Hücresel farklılaşma süreci içinde özelleşirken, nöronların bölünme özelliklerini kaybettiği ve bütün enerjilerini ve yapılarını bu yeni ve karmaşık görevlerini gerçekleştirmek üzere kullandıkları düşünülüyor. Bazı araştırmacılar ise sinir hücrelerinin kendini yenileme yeteneklerinin çok sınırlı olmasının nedeninin biyolojik bazı bileşiklerin nöronların elektriksel uyarıları ileten bölümü olan aksonların gelişmesini engellemesi olduğunu düşünmektedir.

(Genel ağıdan alınmıştır.)

- 5.** Kanser hücresi oluşumuna neden olan etmenler dört grupta toplanabilir:

- a. Davranışsal Risk Faktörleri:** Sigara içmek, diyet, egzersiz ve alkol tüketimi gibi değiştirebileceğiniz risk faktörleridir.
- b. Biyolojik Risk Faktörleri:** Yaş, cinsiyet, cilt ve ırk gibi fiziksel özelliklerdir. Fiziksel ve biyolojik özelliklerin kanser için risk faktörü olup olmayacağı kanserin tipine bağlıdır.
- c. Çevresel Risk Faktörleri:** Yaşadığınız ya da çalıştığınız çevre koşulları kanser gelişimi için risk faktörü olabilir.
- ç. Genetik Risk Faktörleri:** Aileden kalıtımsal olarak geçen genlerle ilişkilidir. Aile üyelerinden birinde genç yaşta kanser teşhis edilen bireylerde, üç veya daha fazla kuşakta aynı tip kanser öyküsü bulunanlarda, anne veya baba tarafından üçten fazla kanser olgusu bulunan kişilerde ve aile bireylerinden birinde iki veya daha fazla farklı tip kanser bulunan bireylerde kanser gelişme riski yüksektir. Aile bireyleri arasından birden fazla kişide aynı tip kanser olsa bile bu kalıtımsal olmayıabilir. Kanserin kalıtımsal olduğundan şüphe ediliyorsa genetik tarama testleri yapılmalıdır.

(<https://hsgm.saglik.gov.tr>)

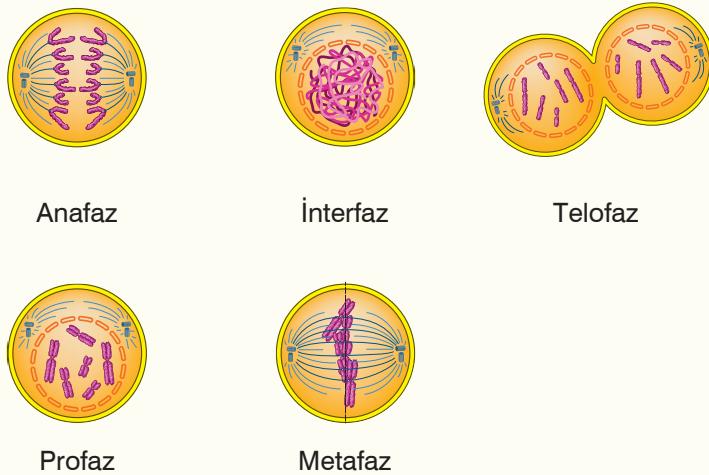
- 6.** Muz gibi gelişmiş bitki yapısına sahip olan bazı bitkilerin tohum üretme yetenekleri yoktur. Eşeysiz olarak çoğalamadıkları için tohum üretmemeyen muz vb. canlılar vejetatif olarak çoğalarak nesillerini devam ettirebilir.
- 7.** Bölünme sonrasında kromozom sayısı değişmez. Kontrol noktaları vardır. Karyokinez ve sitokinez gerçekleşir. İğ iplikleri kromozomların kinetokorlarına bağlanır. Kardeş kromatitler ayrılır (mitoz ve mayoz II'de). Hücre sayısı artar.
- 8.** Bir türde ait olan her bir birey; kendisine özgü belirli özelliklerin kaynağı olan bir gen dizilimine sahiptir. Bu farklılığı yaratan genler canlılarda kromozomlar üzerinde dizilmiş hâlde bulunur. Kromozomlar ise canlıdan canlıya farklı şekilde aktarılabilir. Eşeysiz üreyen canlılarda kromozomlar ata canlıdan yeni oluşan canlılara bire bir aktarıldığı için herhangi bir farklılık gözlenmezken eşeyli üreyen canlılarda kromozomların mayoz sonucu oluşan gametlere rastgele dağılıyor olması ve oluşan gametlerin rastgele döllenmesi, oluşan canlıların birbirinden farklı olmasını sağlamaktadır. Bu durum tür içi çeşitliliğin temelini oluşturmaktadır.
- 9.** Hücrenin büyümesi sonucu yüzey/hacim oranı bozulur. Bir süre sonra hücre zarından gerçekleştirilen madde alışverişi hücrenin yaşamına devam edebilmesi için yetersiz kalır. Hücre büyümesi sonucu sitoplazma/çekirdek oranı artar. Hücre çekirdeğinin etki alanı sınırlı olduğundan hücre bölünür.

10. İğ iplikleri hücrelerde bulunan kromozomların iki yeni hücreye ayrılmasında rol oynayan yapılardır.

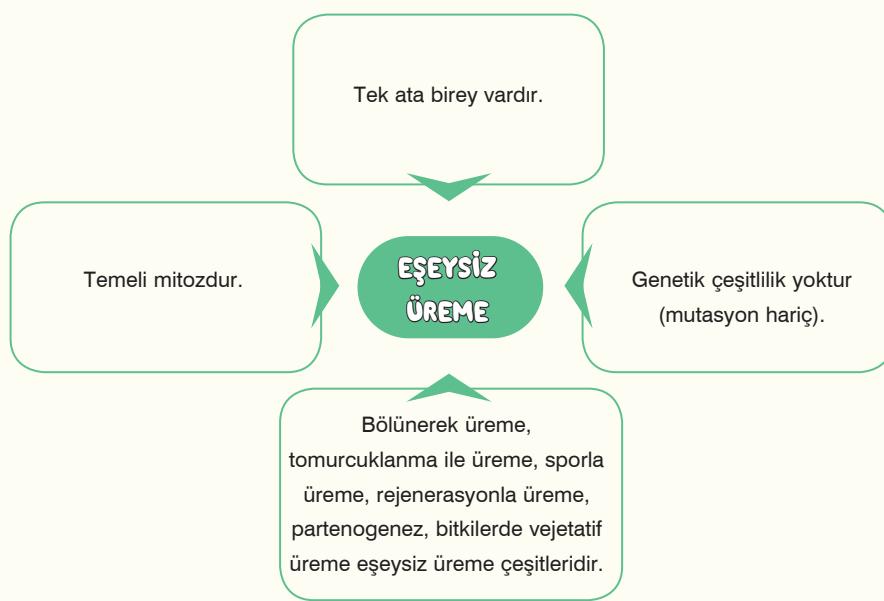
11. a. 2^n formülü ile bulunur. n: mitoz bölünme sayısı $2^5 = 32$

b. Mitozda kromozom sayısı sabit kalır. 16 kromozomlu hücrenin mitozla oluşacak hücrelerin kromozom sayısı da 16 olur.

12.



13.



Ç. ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

| | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B | 2. A | 3. E | 4. C | 5. E | 6. A | 7. E | 8. C | 9. C | 10. D | 11. C |
| 12. D | 13. E | 14. E | 15. A | 16. C | 17. C | 18. D | 19. D | 20. A | 21. C | 22. D |
| 23. A | 24. D | 25. B | | | | | | | | |

2. ÜNİTE

A. DOĞRU / YANLIŞ

| | |
|----|---|
| 1 | (Y) Genlerin kromozom üzerinde bulunduğu bölgeye lokus denir. |
| 2 | (D) |
| 3 | (Y) Bir gen tek başına bulunduğu durumda bile etkisini gösterebiliyorsa o gen için baskın (baskın/başat) ifadesi kullanılır ve büyük harfle gösterilir. |
| 4 | (D) |
| 5 | (Y) Akraba evliliğinde anne soyundan gelen genler ile baba soyundan gelen genlerin etkisi aynıdır. |
| 6 | (D) |
| 7 | (D) |
| 8 | (Y) Testis gelişimine etki eden SRY (eşeyi belirleyen bölge) geni Y kromozomu üzerinde yer almaktadır. |
| 9 | (D) |
| 10 | (D) |

B. BOŞLUK DOLDURMA

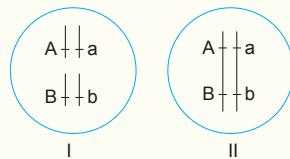
- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1. karakter-özellik | 6. kontrol çaprazlaması |
| 2. monohibrit-monohibrit | 7. alel |
| 3. punnet karesi | 8. erkek |
| 4. eşey kromozomu (gonozom) | 9. A-B-O |
| 5. renk körlüğü- hemofili | 10. genotip |

C. AÇIK UÇLU SORULAR

1. Baskın fenotipteki canlılar iki farklı genotipe sahip olabilir. Örneğin bezelyelerde düzgün tohumlu olma özelliği (D) buruşuk tohumlu olma özelliğine (d) baskındır. Bu nedenle düzgün tohumlu bir bezelyenin genotipi “DD” veya “Dd” olarak ifade edilebilir. Çekinik fenotipteki canlılar ise tek genotipe sahiptir. Çünkü çekinik bir özelliğin fenotipte ortaya çıkabilmesi için taşınan özelliğe ait her iki gen yapısının da çekinik olması gerekmektedir. Aynı örnek üzerinden gidecek olursak buruşuk tohumlu bir bezelyenin genotipi sadece “dd” ile ifade edilebilir.

Yukarıda bahsedilen nedenlerle baskın fenotipteki canlıların genotipi kesin olarak belirlenemezken çekinik fenotipteki canlıların genotipi kesin olarak belirlenebilir.

- 2.** I. hücrede genler birbirinden bağımsız olarak kalitildiğinden bu hücrede "AB", "Ab", "aB" ve "ab" olmak üzere dört farklı gamet oluşturma olasılığı vardır.



II. hücrede A ve B genleri birbirine bağlı olarak kalitildiğinden bu hücrede "AB" ve "ab" olmak üzere iki farklı gamet oluşturma olasılığı vardır.

- 3.** Şansa bağlı bir olayın bir defa denenmesinden elde edilen sonuçlar aynı olayın daha sonraki deneme sonuçlarını etkilemez. Çünkü bağımsız olayların sonuçları da bağımsızdır. Bir ailenin ilk çocuğunun erkek olma olasılığı $1/2$ 'dir. Ancak bu durum doğacak ikinci çocuğun erkek olma olasılığını etkilemeyecektir. Bu nedenle ikinci çocukların erkek olma olasılığı da $1/2$ 'dir. Dolayısıyla bir ailenin doğacak çocukların ikisinin erkek olma olasılığı $1/2$ 'dir.

- 4.** Ayrılma ilkesine göre organizmada bulunan iki gen kopyasından yalnızca biri her bir gamete (sperm veya yumurta hücresi) dağıtılabılır ve gen kopyalarının dağıtımları rastgeledir. Örneğin: AaBb genotipi ne sahip bir bireyin oluşturabileceği gametler "AB", "Ab", "aB" ve "ab" genotipinde olacaktır. Bu canlı örneğinde oluşturulan tüm gametler her bir genotipik özelliğe ait bir gen kopyasını bulundurmaktadır.

- 5.** Mendel'in deneylerinde bezelye bitkisini kullanılmasının nedenleri;

- Kolay yetiştirebiliyor olması,
- Çok fazla özelliğinin kolayca gözlemlenebiliyor olması,
- Üreme döngülerinin kısa olması (çabuk çoğalmaları),
- Yılda birkaç kez ürün verebilmesi,
- Kendi kendine tozlaşabilmesi özelliği ile saf olarak kalabilmesi,
- Değişimler gözle görülebiliyor olmasıdır.

- 6.** Dd x Dd şeklinde yapılan çaprazlamada monohibrit çaprazlama sonuçlarına göre olusabilecek bireylerin olasılıkları aşağıdaki gibi olacaktır:

DD olma olasılığı: $1/4$

Dd olma olasılığı: $2/4$

Dd olma olasılığı: $1/4$

Soruda heterozigot bireylerin sayısı sorulduğundan "Dd" olasılığı olarak $2/4$ alınacaktır.

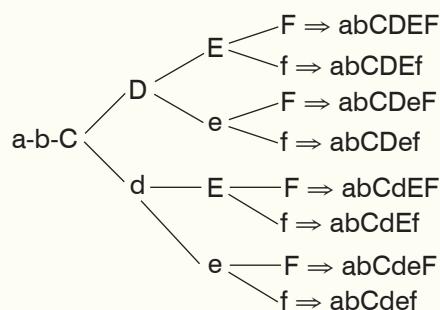
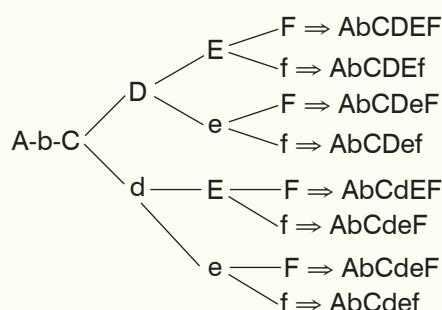
Heterozigot bireylerin sayısı = $2/4 \times 1000 = 500$ olarak bulunacaktır.

7. $AaBb \times AaBb$ şeklinde yapılan çaprazlamada dihibrit çaprazlama sonuçlarına göre oluşabilecek bireylerin olasılıkları aşağıdaki gibi olacaktır:

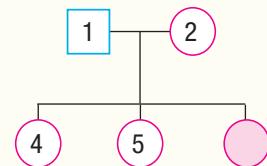
Soruda istenen "ab" genotipinde bireyin oluşma olasılığı punnet karesinden de anlaşılacağı üzere $1/16$ 'dır.

| | | | | | |
|--------|--------|------|-------------|-------------|-------------|
| | $AaBb$ | AB | Ab | aB | ab |
| $AaBb$ | | AABB | AABb | AaBB | AaBb |
| AB | | AABb | AAAb | AaBb | Aabb |
| Ab | | AaBB | AaBb | aaBB | aaBb |
| aB | | AaBb | Aabb | aaBb | aabb |
| ab | | AaBb | Aabb | aaBb | aabb |

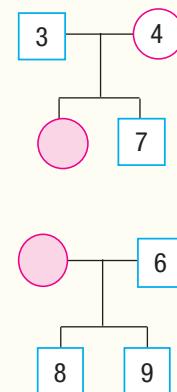
8.



9. 1 ve 2 numaralı bireylerin çocuğu olan bireyde otozomal çekinik olarak taşınan karakter görüldüğünden her iki bireyin de bu çekinik karakteri taşıyor olması gerekmektedir. Ancak 1 ve 2 numaralı bireyler bu karakteri fenotiplerinde göstermediklerinden bu karakter açısından heterozigot oldukları anlaşılmaktadır. Dolayısıyla 1 ve 2 numaralı bireylerin genotipleri mutlaka "Aa" olmalıdır. Aynı ailenin diğer çocukları (4 ve 5 numaralı bireyler) bu karakteri fenotiplerinde göstermediklerinden genotipleri Aa veya AA olmalıdır. 5 numaralı birey için iki olasılık (AA ve Aa) geçerli iken 4 numaralı bireyin genotipini kesin olarak belirleyebilmek için 3 ve 4 numaralı bireylerin çocukların genotiplerine bakmamız gereklidir.



3 ve 4 numaralı bireylerin çocuklarından birinin bu karakteri taşıdığı bilindiğinden 3 ve 4 numaralı bireylerin genotipleri mutlaka "Aa" olmalıdır. Ancak 7. birey bu özelliği fenotipinde göstermediğinden genotipi "AA" veya "Aa" olabilir.



6, 8 ve 9 numaralı bireylerin bulunduğu aileye bakıldığında annenin bu karakteri fenotipinde gösterdiği görülmektedir. Dolayısıyla annenin genotipi "aa" olmalıdır. Bu ailenin çocuklarları olan 8 ve 9 numaralı bireyler çekinik olan karakteri annelerinden almış olmalarına rağmen fenotiplerinde çekinik olan karakteri göstermemektedirler. Bu nedenle 8 ve 9 numaralı bireylerin genotipi mutlaka "Aa" olmalıdır. Bu ailenin babası olan 6 numaralı birey çekinik karakteri fenotipinde göstermemektedir. Ancak 6 numaralı birey ile ilgili başka herhangi bir veri bulunmadığından "AA" veya "Aa" genotipinde olabileceği söylenebilir.

Sonuç: 1. bireyin genotipi: Aa

2. bireyin genotipi: Aa

3. bireyin genotipi: Aa

4. bireyin genotipi: Aa

5. bireyin genotipi: Aa veya AA

6. bireyin genotipi: Aa veya AA

7. bireyin genotipi: Aa veya AA

8. bireyin genotipi: Aa

9. bireyin genotipi: Aa

Ç. ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

| | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 2. B | 3. A | 4. C | 5. B | 6. D | 7. C | 8. C | 9. A | 10. C | 11. A |
| 12. D | 13. C | 14. D | 15. B | 16. C | 17. A | 18. E | 19. C | 20. B | 21. D | 22. E |
| 23. A | 24. B | 25. D | | | | | | | | |

3. ÜNİTE

| A. DOĞRU / YANLIŞ | |
|-------------------|---|
| 1 | (Y) Ses kirliliğinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi vardır. |
| 2 | (Y) Evlerde ve sanayide fosil yakıt kullanımı atmosferdeki karbondioksit miktarını artırır. |
| 3 | (D) |
| 4 | (Y) Tarım ilaçlarının toprağa karışması toprak kirliliği oluşturur. |
| 5 | (D) |
| 6 | (Y) Biyolojik çeşitlilik, yeryüzünde bulunan canlıların çeşitliliğidir. |
| 7 | (D) |
| 8 | (D) |
| 9 | (Y) Ekosistemdeki canlıları etkileyen üreticiler, tüketiciler ve ayırtıcılar biyotik faktörlerdir. |
| 10 | (Y) İnsanın çeşitli faaliyetleri sonucunda doğrudan ya da dolaylı olarak oluşturduğu çevresel zararların birim CO ₂ cinsinden ölçüsüne karbon izi denir. |

| B. BOŞLUK DOLDURMA | | |
|--------------------|------------|--------------------|
| 1. hava kirliliği | 4. endemik | 7. Asit yağmurları |
| 2. besin zinciri | 5. Erozyon | 8. sera etkisi |
| 3. tür çeşitliliği | 6. toprak | |

| C. AÇIK UÇLU SORULAR |
|---|
| 1. Küresel iklim değişikliğinin beklenen etkilerinden bazıları şunlardır: kuraklık, sel baskınları, buzulların erimesi, bazı canlı türlerinin neslinin tükenmesi ve biyolojik çeşitliliğin azalması. |
| 2. Ekolojik ayak izi; her bir kişi, şehir ya da ülkenin tüketeceği kaynakları üretmek ve oluşan atıkları yok etmek için gereken karasal ve sucul alanların miktarının hesabıdır. |
| 3. Ekosistemin sağlıklı bir şekilde devam etmesi için insanların yaptığı yanlış tüketimlerden vazgeçmesi gerektiğini net bir şekilde ortaya koymak adına ekolojik ve bilinçli bir toplum yaratmak. Böylece gelecek nesillere korunmuş bir çevre bırakma, biyolojik üretken alanları artırma, bu alanların kendilerini yenileyebilmesi ve yenileme kapasitelerinin sürdürülmesi sağlanabilir. |
| 4. Uzay ve Güneş'ten gelen kozmik ışınlar, yer kabuğunda bulunan radyoizotoplar nedeniyle toprak, su ve gıdalar gibi doğal kaynaklardan yayılan radyoaktif ışınlar doğal radyasyon kaynaklarına verilebilecek bazı örneklerdir. Nükleer bomba denemeleri, tıp, endüstri, tarım, hayvancılık ve bazı teknolojik ürünler, radon, uranyum gibi radyoaktif elementlerin parçalanması sonucu yayılan ışınlar yapay radyasyon kaynaklarına verilebilecek bazı örneklerdir. |

5. Su kirliliğini önlemek için kişisel olarak alınabilecek önlemlerden bazıları şunlardır:

Çözünmeyen kalıcı temizlik deterjanlarının kullanımı önlenmeli ve onların yerine doğal ürünler kullanılmalıdır. Evlerde açığa çıkan atıkların özellikle yağların sulara karışmasına engel olunmalıdır.

6. Biyolojik çeşitlilik, yeryüzünün bir bölgesindeki genlerin, türlerin, ekosistemlerin ve ekolojik olayların bütünüdür. Ekosistemlerde her canlı türü farklı bir görev sahiptir. Bu canlı türlerinin yok olması yani biyolojik çeşitlilikte azalma ekosistemlerin sürdürülebilir olmasını engeller. Örneğin toprağın zengin ve verimli olması biyolojik çeşitlilik ile sağlanmaktadır. Bu durum azot bağlayıcı bakteriler, çeşitli mantarlar, toprak solucanları gibi birçok canlı türünün etkileşimiyle ortaya çıkmaktadır.

7. Havada bulunan kirletici maddeler; çeşitli solunum yolu hastalıkları, kalp ve damar yolu hastalıkları, kanser, immünlilik değişiklikler olmak üzere daha birçok hastalığa neden olmaktadır.

8. Erozyonun önlenmesinin en basit yolu ağaçlandırmadır. Ağaçlandırılmamış toprak su ve rüzgar etkisiyle kolayca aşınır ve erozyona uğrar. Bitkiler, gövde ve kökleri vasıtasyyla toprağı bir arada tutar, yapraklar ise bir şemsiye gibi görev yaparak toprağı direk yağmurdan korur ve böylece toprağın aşınması engellenir.

Ç. ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. E | 2. B | 3. C | 4. B | 5. D | 6. E | 7. E | 8. C | 9. C | 10. E | 11. C | 12. D |
| 13. D | 14. D | 15. A | 16. E | 17. D | 18. C | 19. E | 20. D | 21. B | 22. B | 23. A | 24. C |
| 25. D | | | | | | | | | | | |

PROJE HAZIRLAYALIM

Yakın çevremizde veya ülkemizde birçok çevre sorunu vardır. Sınıfınızda arkadaşlarınızla bir grup oluşturunuz. Aşağıda verilen çevre sorunlarından birini seçerek projenizi hazırlayınız.



Erozyon: Toprağın verimli üst kısmının dış etkenler yüzünden kaybolmasıdır. Bu durum ülkemizde ve dünyada canlıları nasıl etkilemektedir? Erozyonun önlenmesi için neler yapılabilir?



Nesli tükenen ya da tükenmek üzere olan canlı türleri: Ülkemizde ve dünyada yok olan ya da yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan birçok canlı türü bulunmaktadır. Bu durumu engellemek için ne gibi çalışmalar yapılabilir?



Çölleşme: İklim değişiklikleri, toprağın aşırı kullanımı, aşırı otlatma, ağaç kesimi gibi pek çok bilinçsiz yaklaşım çölleşmeye neden olmaktadır. Bu durum ülkemizde ve dünyada canlıları nasıl etkilemektedir? Çölleşmenin önlenmesi için neler yapılabilir?



Ormanların yok oluşu: Ağaç kesimleri, orman yangınları insanoğlu ve doğa için çok önemli olan ormanların yokmasına sebep olmaktadır. Bu durum ülkemizde ve dünyada canlıları nasıl etkilemektedir? Ormanların yok olmasını engellemek için neler yapılabilir?

PROJE DEĞERLENDİRME FORMU

Projenin Adı:

Adı ve Soyadı:

Sınıf:

No.:

| GÖZLENECEK ÖĞRENCİ KAZANIMLARI | DERECELER | | | | |
|--|-----------|---------------------|------|-----|---------|
| | Zayıf | Kabul Edilebilir | Orta | İyi | Çok İyi |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| I. PROJE HAZIRLAMA SÜRECİ | | | | | |
| Proje amacını belirleme | | | | | |
| Projeye uygun çalışma planı yapma | | | | | |
| İhtiyaçları belirleme | | | | | |
| Farklı kaynaklardan bilgi toplama | | | | | |
| Projeyi plana göre gerçekleştirmeye | | | | | |
| TOPLAM | | | | | |
| II. PROJENİN İÇERİĞİ | | | | | |
| Türkçeyi doğru kullanma | | | | | |
| Bilgilerin doğruluğu | | | | | |
| Yazılı ve görsel unsurların birbirile bağlantılarını sağlama | | | | | |
| Elde edilen bilgilerin analiz edilmesi | | | | | |
| Toplanan bilgileri düzenleme | | | | | |
| Kritik düşünme becerisini gösterme | | | | | |
| Yaratıcılık yeteneğini kullanma | | | | | |
| TOPLAM | | | | | |
| III. SUNU YAPMA | | | | | |
| Sunuda akıcı bir dil ve beden dilini kullanma | | | | | |
| Sorulara cevap verebilme | | | | | |
| Konuyu dinleyicilerin ilgisini çekecek şekilde sunma | | | | | |
| Sunuyu hedefe yönelik materyalle destekleme | | | | | |
| Verilen sürede sunuyu yapma | | | | | |
| Sesini ve beden dilini kullanma | | | | | |
| Sunum sırasında öz güveme sahip olma | | | | | |
| Sunuma istekli olma | | | | | |
| TOPLAM | | | | | |
| GENEL TOPLAM | | | | | |
| <p>ÖĞRETMEN YORUMU.....</p> <p>.....</p> | | | | | |

SÖZLÜK

A

abiyotik: Çevredeki su ve toprak gibi cansız maddeler.

absorsiyon: Organizmanın kendi vücudu tarafından küçük besin moleküllerinin alınması.

akraba evliliği: Anne veya baba soyları fark etmeksiz, aralarında kan bağı olan kişilerin evlenmesi durumu.

alel: Bir genin alternatif versiyonlarından her birine verilen ad.

anaç bitki: Aşılama yönteminde gövdesine aşı uygulanan ana bitki.

ara lamel: Bitki hücreleri gibi hücre çeperi bulunduran hücrelerde sitoplazma bölünmesinin gerçekleşmesini sağlamak üzere Golgi aygıtı tarafından oluşturulan yapı.

arı döл: Homozigot bireylerin bulundurdukları alellerin ikisinin de aynı olma durumu.

asit yağmuru: Küükürt oksitleri, azot oksitleri gibi hava kirleticilerinin havadaki su molekülleriyle birleşmesiyle oluşan asit yağısının yağmur hâlinde yeryüzüne inmesi.

aşı: Çelikleme yönteminde anaç bitkiye kaynakstırılan bitki parçası.

aşılama: İki bitki parçasını bir bitkiyimş gibi kaynaşarak ve büyümelerine devam edecek şekilde birleştirme tekniği.

ayrılım ilkesi: Canlılarda çift olarak bulunan alellerin gamet oluşumu sırasında birbirinden rastgele ayrılması.

ayrıştıcı: Ekosistemin bitkisel ve hayvansal kökenli ölü maddelerini doğrudan ya da dolaylı olarak ayırtırarak mineralleştirten canlı grubu.

B

baskın alel: Tek başına fenotipte etkisini gösterebilen gen.

besin ağı: Ekosistemde yaşamın devamlılığı için karşılıklı bağlantı içinde olan besin zincirleri dizisi.

besin piramidi: Besin ağında bulunan canlıların beslenme ilişkilerini gösteren trofik düzeylerin sıralaması.

besin zinciri: Bir besin ağıının, av olan türler ile onları tüketen avcıların oluşturduğu genel basit bir sıralama bölümü.

biyokaçaklılık: Doğadan yabani bitki ve hayvanların veya onlara ait parçaların, yetkili kurumların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkarılması.

biyokütle: Belirli bir alanda bulunan tüm organizmaların ya da belirtilen organizma grubunun toplam ağırlığı.

biyolojik birikim: Çeşitli zehirli maddelerin besin zincirini meydana getiren çeşitli trofik basamaklardaki canlıların dokularında birikmesi.

biyolojik çeşitlilik: Yeryüzünün bir bölgesindeki genlerin, türlerin, ekosistemlerin ve ekolojik olayların oluşturduğu bir bütün.

büyüme faktörü: Hücreler tarafından sentezlenen ve diğer hücrelerin bölünmesini uyaran çoğu protein yapılı madde.

biyosfer: Canlı organizmaların birbirleriyle ilişkilerinin sürdürdüğü kayaç, su ve hava katmanlarından oluşan yeryüzü kuşağı.

biyoteknoloji: Canlı hücreleri ve mikroorganizmaları kullanarak biyolojik tekniklerle endüstri ve tip alanında kullanmak üzere materyal üretimi.

biyotik: Organik hayatla ve canlı organizmalarla ilişkili olma hâli.

C

çekinik alel: Heterozigot bireylererde fenotipteki etkisi tamamen baskılanmış olan gen.

çevre kirliliği: İnsan sağlığına, doğal kaynaklara, ekosisteme zarar verebilecek her türlü maddenin ve enerji biçiminin etkinlik gösterebilecek düzeyde çevrede bulunma durumu.

çürükcül: Doğada ölmüş ya da çürümekte olan maddeleri hücre dışı enzimleri ile ayırtırarak beslenen ve bu maddelerin besin içeriklerini bitkiler tarafından tekrar kullanılabilir yapıya dönüştürerek toprak yapısının iyileşmesini sağlayan mantar ve bakteriler.

D

denitrifikasyon: Toprakta bulunan nitrit ya da nitratın denitrifikasyon bakterileri tarafından azota dönüştürülmesi ve azotun atmosfere geçmesi.

dihibrit: İki karakter bakımından heterozigot olan bireylere verilen ad.

dihibrit çaprazlama: İlgili iki gen bakımından heterozigot olan iki bireyin çaprazlanması.

diploit: İki kromozom takımına ($2n$) sahip hücre.

doğal seçim: Belirli kalıtsal özelliklere sahip olan bireylerin bu özelliklerinden dolayı diğerlerine göre yaşama ve üreme olaslıklarının daha fazla olduğu süreç.

dominant: bk. Baskın alel.

E

ekoloji: Organizmaların birbirleri ve abiyotik çevre ile olan ilişkilerini çeşitlilik, dağılım, biyokütle, popülasyon ve rekabet gibi açılarından inceleyen biyolojinin disiplinler arası dalı.

ekolojik ayak izi: Bir kişi ya da topluluk için kullanılan kaynakların üretilmesi ve oluşan atığın giderilmesi için gereken coğrafi alan.

ekosistem: Belirli bir bölgede tüm canlı organizmaların ve ilişkide oldukları su, toprak, güneş ışığı gibi cansız bileşenlerin oluşturdukları döngüsel madde ve enerji değişiminin gerçekleştiği abiyotik maddeler, üreticiler, tüketiciler ve ayırtıcılarından oluşan biyolojik sistem.

ekosistem çeşitliliği: Biyosferdeki yaşam alanlarında, biyotik birliklerde ve ekolojik süreçlerdeki çeşitlilik.

embriyo: Yumurtanın döllenmesinden sonra meydana gelen canlı taslağı.

endemizm: Bir bitki ya da hayvan türünün belirli bir yöre, bölge ya da coğrafyaya özgü olma durumu.

enerji piramidi: Ekosistemin değişik trofik düzeylerinde bulunan enerji oranlarını, en alta üreticiler olacak şekilde gösteren model.

erozyon: Yeryüzündeki kayaçların ve diğer malzemenin su ve rüzgâr gibi dış etmenlerle dayanıklılıklarını kaybederek parçalanıp yerinden koparılmaları veya çözünmeleri ile fiziksel ve kimyasal ayrışmaya uğraması, bulundukları yerden akarsu, yağmur, buz, rüzgâr veya dalgalar ile doğal yollardan taşınmasını içeren olaylar zinciri.

eşey kromozomu: Bireyin eşeyinin (cinsiyetinin) belirlenmesini sağlayan kromozomlara verilen ad.

eşeye bağlı karakter: Eşey kromozomları üzerinde yer alan karakter.

eşeysz üreme: Üreme hücrelerinin döllenmesi gerçekleşmeden tek bir ata canlıdan yeni bir canlı oluşması.

etçil: Et yiyecek beslenen canlı.

F

fauna: Bir ülke, bölge, özel bir çevre ya da devreye has tüm hayvanlar.

fenotip: Canlılarda genlerin ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkan görünür özelliklerin tümü.

flora: Bir bölgenin bitki örtüsü topluluğu.

fotoottrotrof: Enerjilerini ışık enerjisinden, hücresel işlevlerinde gereksinim duyulan karbonu ise karbon-dioksitten elde eden bitki, alg ve bazı bakteriler gibi kendi beslek organizmalar.

fotosentez: Yeşil bitkilerin kloroplastlarında karbon kaynağı olarak karbondioksidin, hidrojen kaynağı olarak da suyun kullanılması ile yeşil pigment olan klorofilde tutulan güneş enerjisiyle ATP oluşması ve karbonhidratların sentezlenmesi.

G

gamet: Yumurta ve sperm gibi haploit üreme hücresi. Eşeyli üreme sırasında birleşerek zigotu meydana getiren hücreler.

gen: Kromozom üzerinde bulunan, kalıtılan bir karakteri ifade eden, kalitimın en temel birimi.

gen bankası: Doku, üreme hücreleri, tohum gibi bitki ya da hayvanlara ait çeşitli genetik materyallerin korunduğu koleksiyon, tohum gen bankası.

genetik: Kalitimın hangi esaslar dâhilinde gerçekleştiğini inceleyen bilim dalı.

genetik çeşitlilik: Belirli bir biyolojik tür içindeki popülasyonların genetik yapı bakımından çeşitlilik göstermesi.

genom: Bir canlı hücrede bulunan genetik bilgiyi içeren DNA molekülünün tamamı.

genotip: Bir canlıının seçilen karakter açısından bulunduğu genlerin tümü.

geri dönüşüm: Hava, su, toprak üzerindeki kirlilik yükünün azaltılması ve daha az öz kaynak kullanılması amacıyla atık durumundaki geri kazanılabilir maddenin yararlı ürüne dönüştürülmesi süreci.

gonozom: bk. Eşey kromozomu.

H

habitat: Bir organizmanın doğal olarak yaşadığı ve ürediği alan.

haploit: Tek bir takım kromozoma sahip olan hücre.

hem etçil hem otçul: Besin ve enerji ihtiyacını hem hayvansal hem de bitkisel kaynakları tüketerek sağlayan organizma.

hemofili: Kan pihtlaşmasının çeşitli nedenlerle gerçekleşmediği genetik hastalık.

herbivor: bk. Otçul.

hermafrodit: Vücutlarında hem dişi hem de erkek üreme hücrelerini oluşturabilen canlılar.

heterotrof: Bitkiler gibi kendini besleyen canlılardan farklı olarak, yaşamak için başka bir canlıının oluşturduğu besinlere gereksinim duyan organizma.

heterozigot: Verilen bir genetik karakter için iki farklı alele (Aa) sahip olma durumu.

hibrid: Bir karakter bakımından heterozigot özellik gösteren bireylere verilen ad.

holozoik: Besinlerini katı parçacıklar hâlinde alan, sindirip emilimlerini sağlayan canlılar.

homolog kromozom: Biri anneden diğerinin babadan gelen, aynı karakter üzerine etki eden genleri taşıyan, eşit büyüklük ve uzunlukta olan kromozomlar.

homozigot: Canlıda bulunan alellerin her ikisinin de baskın (AA) veya çekinik (aa) olması durumu.

hücre döngüsü: Hücrenin büyümeye ve bölünme aşamalarını sürekli tekrarladığı döngüye verilen ad.

hücre plagi: bk. Ara lamel.

i

iklim: Belirli ve uzun bir zaman aralığında, yeryüzünde belirli bir yer için atmosferin gözlemlenen sıcaklık, nem, yağış şekli ve miktarı, rüzgârlar gibi özelliklerinin ortalama ve uç değerlerinin genel durumu.

interfaz: Hücrenin bölünmeye hazırlık yaptığı, büyüdüğü, DNA eşlenmesinin gerçekleştiği evre.

iyi huylu tümör: Oluştuğu dokuda kalıp başka herhangi bir dokuya yayılım göstermeyen tümör.

K

kalıtım: Özelliklerin bir kuşaktan sonraki kuşağa aktarımı.

kanser hücresi: Kontrolsüz olarak çoğalan ve diğer dokulara yayılım göstererek canlıya zarar veren hücreler.

karakter: Genlerin etkisi ile meydana çıkarak doldurulan döle taşınan özellikler.

karbon ayak izi: Herhangi bir ürünün ya da hizmetin oluşturulması sırasında ortaya çıkan toplam karbon salımının değeri.

kardeş kromatit: Bir kromozomda bulunan birbirinin kopyası DNA molekülleri.

karnivor: bk. Etçil.

kemootrotrof: Karbondioksidi esas karbon kaynağı olarak kullanarak inorganik bileşiklerin oksidasyonundan enerji sağlayan organizmalar ve bazı bakteriler.

kiyazma: Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitlerinin birbirlerine tutundukları nokta.

komünite: Belirli bir alanda birbiriyle etkileşim içinde yaşayan tüm popülasyonların oluşturduğu topluluk.

kontrol çaprazlaması: Genotipi bilinmeyen baskın fenotipli bireyin heterozigot veya homozigot olduğunu belirlemek için yapılan çaprazlama.

kötü huylu tümör: Oluştuğu dokudan kan ve lenf yoluyla diğer dokulara yayılarak bulunduğu dokuya zarar veren tümör.

kromatin iplik: Hücrenin bölünmediği zamanlarda DNA molekülünün karışık ip yumağı hâline verilen ad.

kromozom: DNA molekülünün hücre bölünmesi sırasında, proteinler etrafında sarılmış ve yoğun bir görüntüye ulaşmış hâline verilen ad.

krossing over: Mayoz I'de sinapsis sırasında kardeş olmayan kromatitler arasında karşılıklı olarak kalitsal materyal alışverişi.

küresel iklim değişikliği: İnsan etkinlikleri sonucunda havaya salınan sera gazlarının atmosferde artmasıyla sera etkisi oluşturulması ve yerküreden uzaya yayılan ışığı geri çevirerek küresel ölçekte iklim değişikliğine yol açması.

L

lokus: Homolog kromozomlar üzerinde yer alan genlerin bulunduğu bölge.

M

madde döngüsü: Canlı yaşamı için büyük önem taşıyan su, karbon, oksijen, azot, fosfor gibi madde-lerin canlı ve cansız çevre içinde dolaşım hâlinde olması.

melez: bk. Hibrid.

metafaz plağı: Hücrenin orta kısmında bulunan hatalı düzleme verilen ad.

metastaz: Kanser hastalarında kötü huylu tümör hücrelerinin lenf veya kan damarları yoluyla diğer dokulara giderek birçok doku ve organda hasar oluşturması.

mitotik faz: Mitoz ve sitokenezi içeren hücre döngüsü evresi.

monohibrit: Bir karakter bakımından heterozigot özellik gösteren bireylere verilen ad.

monohibrit çaprazlama: Monohibrit bireylerin benzerleriyle çaprazlanması.

mutasyon: Bir genin dizilimlerinde meydana gelen değişimler.

O

omnivor: bk. Hem etçil hem otçul.

otçul: Bitkilerin meyve, yaprak, tohum ve sürgün gibi çeşitli kısımlarını yiyecek beslenen canlılar.

ototrof: Işık veya kimyasal enerjiyi kullanarak anorganik karbon kaynağı olan karbondioksitten kendi besini ve karmaşık hücre yapı taşlarını sentezleyebilen organizma.

Ö

özellik: Kalıtılan bir karakterin farklı tipleri.

P

parça değişimi: Mayoz bölünme sırasında homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında gerçekleşen parça alışverişi, crossing over.

parental döl: Mendel'in yaptığı çalışmalarında birinci nesli oluşturmak için kullandığı tamamen saf döllerden oluşan, ebeveyn veya anne, baba olarak da adlandırılan bireylere verilen ad.

plankton: Suda yaşayan, hareket yeteneği akıntıya bağlı olan mikroskopik bitkisel ve hayvansal organizmalar.

popülasyon: Belirli bir mekânda genetik bakımdan aynı özelliklere sahip aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluk.

punnet karesi: Kalıtım çalışmalarında rastgele yapılan döllenmelerin sonuçlarını göstermek için kullanılan diyagram.

R

radyasyon: Bir kaynaktaki enerjinin elektromanyetik dalgalar (fotonlar) ya da radyoaktif parçacıklar biçiminde yayılması.

rejenerasyon: Bazı canlılarda doku, bazı canlılarda organ, bazı canlılarda ise vücut düzeyinde kopan ya da hasar gören bir vücut parçasının yenilenmesi.

renk körlüğü: Çeşitli sebeplerle gözde bulunan ve renkli görmeyi sağlayan hücrelerin eksikliği veya doğru çalışmaması ile ortaya çıkan renkleri ayırt etmeyi zorlaştıran genetik hastalık.

resesif: bk. Çekinik.

S

saf döl: bk. Arı döl.

sentromer: Homolog kromozomların kardeş kromatitlerinin birbirlerine tutundukları yoğun kromozom bölgeleri.

sinapsis: Mayoz bölünmede tetrat oluşumunun gerçekleştiği süreç.

spor: Ana canlinın bölünme ile oluşturduğu, etrafi sert bir çeperle kaplı, kötü koşullara dayanıklı hücreler.

su ayak izi: Kullanılan ürünlerin ve hizmetlerin üretim ve tüketim süreçlerinde doğrudan ve dolaylı olarak sarf edilen toplam su miktarı.

sürdürülebilirlik: Gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilme olanaklarını tehlkeye sokmadan şuan ki neslin kendi ihtiyaçlarını karşılaması.

T

tetrat: Mayoz bölünmenin profaz I evresinde kendilerini eşlemiş olan homolog kromozomların bir araya gelerek oluşturdukları dört kromatitli yapı.

tomurcuklanma: Ana canlıdan mitoz ile oluşturulan minyatür canının gelişerek yeni bir birey oluşturmasisı.

trofik düzey: Bir canının veya canlı grubunun besin zincirinde yer aldığı ve enerji transfer kademesine göre belirlenen konumu, beslenme düzeyi.

tüketici: bk. Heterotrof.

tümör: Kontrolsüz olarak çoğalan hücrelerin dokularda oluşturdukları yapı.

tür: Ortak bir atadan gelen, yapı ve görev bakımından benzer organlara sahip, yalnızca kendi aralarında üreyeyerek verimli (kısırlayan) döller meydana getiren canlılar.

tür çeşitliliği: Belirli bir alanda veya bir ekosistemde farklı türlerin bulunması.

U

ur: bk. Tümör.

V

varyasyon: Bir popülasyonda tür içerisinde ya da popülasyonlar arasında gözlemlenen farklılıklar.

vejetatif üreme: Bitkilerde vücutun belli bir parçası kullanılarak aynı bitkiden eşeysiz olarak bir tane daha üretilmesi.

KAYNAKÇA

- Afyon, A., Kaya, M. A. ve Yağız, D. (2016). *Genel biyoloji canlılar bilimi*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Akbaba, G. (2008, Ocak). *Bir meyve ağacından yeni bir meyve ağacı yaratmak-aşılama*. Bilim ve Teknik, (s. 26-28). TÜBİTAK Yayınları.
- Akin, G. ve Dostbil, N. (2005, 2). *Türkiye'de kan grubu araştırmaları*. Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi. (s. 1-15).
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Düzenli, S., Güney/K. ve Kurt, F. (2012). *Çevre kirliliği (Çevre biyolojisi)*. Ankara: Palme Yayınları.
- Baydemir, T. (2019, Ocak). *Hücreler bölünürken kendi saatlerini kullanıyor*. Bilim ve Teknik. (s. 54-59). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.
- Baytop, A. (2004). *Türkiye'de botanik tarihi araştırmaları*. Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Brooker, R. J., Widmaier, E. P., Graham, L. E. ve Stiling, P. D. (2008). *Biology*. New York USA: Mc Graw-Hill.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry/L. A., Cain, M. L./Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. ve Jackson, R. B. (2013). *Biyoloji*. E. Gündüz, İ. Türkkan (çev.) Ankara: Palme Yayınları.
- Candaş, D. (2005, Eylül). *Tek bir beden hücresi nasıl bütün bir bitkiyi oluşturabiliyor?* Bilim ve Teknik. (s. 44). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.
- Coşkun, M. Y. (2005, Eylül). *Organ yenilenmesini kontrol eden şey ne?* Bilim ve Teknik. (s. 44). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.
- Çelik, İ. (2010, Aralık). *Su geri dönüşümü için yeni bir hedef: Gri su*. Bilim ve Teknik. (s. 68-71). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.
- Çelik, İ. (2011, Eylül). *Küresel iklim değişikliği ekosistemlere ne yapar?* Bilim ve Teknik. (s. 52-59). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.
- Çelik, İ. (2015, Aralık). *İkizleri genetik olarak ayırt etmenin artık kolayı var*. Bilim ve Teknik. (s. 8). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.
- Çelik, İ. (2016, Aralık). *Paris anlaşmasına rağmen yüzyıl sonunda 3,4 °C ısınabiliriz*. Bilim ve Teknik. (s. 9). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.
- Çelikbaş, A. (2016). *Sürdürülebilirliği temel alan çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin çevresel davranışlarına ve sürdürülebilir çevre tutumlarına etkisi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi)*. Mersin: Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Demirsoy, A. (2005). *Kalıtım ve evrim (13.Baskı)*. Ankara: Meteksan Yayınları.
- Dickey, S., Reece H. (2017). *Temel biyoloji*. E. Gündüz, İ. Türkkan. (çev.) Ankara: Palme Yayınları.
- Doğan, A., Yılmaz , M., Timur, B., Mihandız, G. ve Timur, S. (2013). *Fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I-II.* (2.Baskı). Ankara: Palme Yayınları.

Ekici, Ö. K. (2011, Eylül). *Asitleşen okyanuslarda balıkları bekleyen tehlikeler*. Bilim ve Teknik. (s. 9). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Ekici, Ö. K. (2011, Mayıs). *Azot kirliliği ekosisteme zarar veriyor*. Bilim ve Teknik. (s. 6). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Ekici, Ö. K. (2014, Mayıs). *Cinsiyet belirleyici genler 180 milyon yaşında*. Bilim ve Teknik. (s. 7). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Ekici, Ö. K. (2015, Ocak). *Genetiği iyileştirilmiş nesiller*. Bilim ve Teknik. (s. 58-63). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Erkul, H. (2012). *Çevre koruma*. Ankara: Detay Yayınları.

Graham, L. E. Graham, J. M. ve Wilcox, L. W. (2008). *Bitki biyolojisi*. Işık, K. (çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Günaydın, H. E. (2011). *Bitkiler ve biyoçeşitliliğin öğretilmesine yönelik bir rehber materyal geliştirme çalışması (Yüksek lisans tezi)*. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Gökçen, G. (2009, Mayıs). *Yerkürenin bize armağanı*. Bilim ve Teknik. (s. 46-49). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Görmez, K. (2015). *Çevre sorunları (3. Baskı)*. Ankara: Nobel Yayınları.

Gözecioğlu, B. (2008, Mart). *Endemik bir memeli: Kaya yediuyuru*. Bilim ve Teknik. (s. 72). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Gözecioğlu, B. (2012, Ocak). *Gen merkezi Anadolu olan sığırkuşukları*. Bilim ve Teknik. (s. 76-77). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Gözecioğlu, B. (2013, Haziran). *Orman sümbülü*. Bilim ve Teknik. (s. 88-89). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Gözecioğlu, B. (2014, Şubat). *Salep orkideleri*. Bilim ve Teknik. (s. 50-51). İstanbul: TÜBİTAK Yayınları.

Gül, F. (2013). *İnsan doğa ilişkisi bağlamında çevre sorunları ve felsefe*. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17-21. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Hamamy, H. (2012, July 03). *Consanguineous marriages: Preconception Consultation In Primary Health Care Settings*. The Journal of Community Genetics. (s. 185-192).

Keeton, W.T., Gould, J.L. ve Gould, C.G.(2004). *Genel biyoloji*. A. Demirsoy, İ. Türkan, E. Gündüz (çev.). Ankara: Palme Yayınları.

Kızıroğlu, İ. (2004). *Genel Biyoloji Canlılar Bilimi*. Ankara: Birlik Yayınları.

Klug, W. S., Cummings, M. R. ve Spencer, C. A. (2011). *Genetik Kavramlar*. C .Öner, S.Sümer, R.Öner, A. Öğüş, L. Açık (çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Mısırlıoğlu, M. (2016, Kasım). *Toprak hayvanları*. Bilim ve Teknik. (s. 70-75). İstanbul: TÜBİTAK Yayıncıları.

Ocak, M. E. (2017, Şubat). *Bir insanın kan grubu değişebilir mi?*. Bilim ve Teknik. (s. 61-62). İstanbul: TÜBİTAK Yayıncıları.

Odum, P.E. ve Barret, G. W. (2008). *Ekolojinin genel ilkeleri*. K. Işık (çev.) Ankara: Palme Yayıncıları.

Özer, Z. (2001, Ağustos). *Eşeyli üreme, atalar ve gen dizilimi*. Bilim ve Teknik. (s. 72-73). İstanbul: TÜBİTAK Yayıncıları.

Özer, Z. (2002, Ekim). *Ekolojik ayak izleri*. Bilim ve Teknik. (s. 82-83). İstanbul: TÜBİTAK Yayıncıları.

Özyiğit, G. (2017, Ocak). *Kanser nedir? Kanserle ilgili yanlış bilinenler*. Bilim ve Teknik. (s. 80). İstanbul: TÜBİTAK Yayıncıları.

Reece, J.B., Urry L. A., Cain, M. L., Wasserman S. A., Minorsky, P. V., Jackson, R. B. ve Campbell N. A. (2013). *Biyoloji*. E. Gündüz E. İ. Türkan (çev.) Ankara: Palme Yayıncıları.

Sadava, D., Hillis, D.M., Heller, H.C. ve Berenbaum, M.R. (2014). *Yaşam bilimi biyoloji*. E. Gündüz, İ. Türkan (çev.) Ankara: Palme Yayıncıları.

Sarıgül, T. (2015, Mart). *İnsanlar doğal süreçlerden 100 kat fazla erozyona sebep oluyor*. Bilim ve Teknik. (s. 5). İstanbul: TÜBİTAK Yayıncıları.

Semerci, İ. Ö. (2014, Ekim). *Denizlerdeki cıva miktarı giderek artıyor*. Bilim ve Teknik. (s. 62-63). İstanbul: TÜBİTAK Yayıncıları.

Sezer, İ. Ç. (2017, Eylül). *ABD'de insan embriyolarına ilk CRISPR uygulaması*. Bilim ve Teknik. (s. 7). İstanbul: TÜBİTAK Yayıncıları.

T.C. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Aile ve Toplum Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2014) *Türkiye Aile yapısı araştırması tespitler öneriler (Araştırma ve sosyal politika serisi 07, Birinci Basım)*. İstanbul.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Ortaöğretim biyoloji dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncıları.

TDK Türkçe Sözlük. (2011). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayıncıları.

TDK Yazım Kılavuzu. (2021). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayıncıları.

Thieman, W.J. ve Palladino, M. A. (2013). *Biyoteknolojiye giriş*. M. Tekeoğlu (çev.), Ankara: Palme Yayıncıları.

Topaktaş, M. (2014). *Genetik*. Ankara: Nobel Yayıncıları.

Tozar, Z. ve Gürdilek, R. (2007, Şubat). *Bu kök hücreler başka*. Bilim ve Teknik. (s. 18). İstanbul: TÜBİTAK Yayıncıları.

Withrow, S. J. (2013). *Withrow et macewens small animal clinical oncology*. St. Louis, MO: Elsevier.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI



GÖRSEL KAYNAKÇA

CEVAP ANAHTARI

